



**(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**

**⑫ Offenlegungsschrift
⑩ DE 196 54 172 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 05 K 13/02



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

(21) Aktenzeichen: 196 54 172.7
(22) Anmeldetag: 23. 12. 96
(43) Offenlegungstag: 3. 7. 97

DE 19654172 A1

⑩ Unionspriorität: ② ③ ①
26.12.95 JP P 7-351389

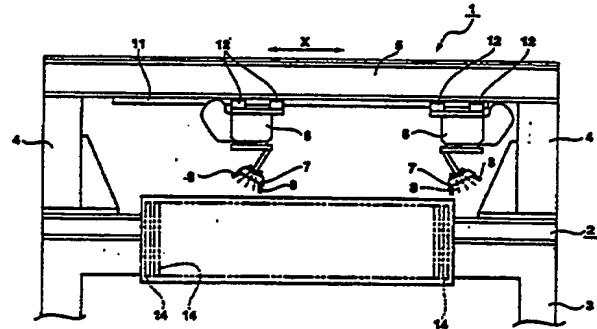
⑦1 Anmelder:
Sony Corp., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:
**Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte,
80331 München**

⑦2 Erfinder:
Kimura, Akira, Tokio/Tokyo, JP

54 Verfahren und Vorrichtung zum Montieren von Bauteilen

57) Das Montieren von Bauteilen soll so gestaltet werden, daß die Montagetaktzeit pro einzelnes Bauteil gegenüber der bisherigen Montage verkürzt ist.
Die Bauteile werden von Bauteile-Montagevorrichtungen (14) in großer Zahl bereitgestellt und mittels Bauteile-Greif-einrichtungen (8) von einem Bauteile-Abgabebereich in einen Bauteile-Montagebereich transportiert, in welchem die betreffenden Bauteile an bestimmten Montagepositionen auf einer Schaltungsplatte montiert werden. Die Bautelle-Greifeinrichtungen (8) sind in bezug auf einen Werkzeugkopf (7) in Aufwärts- und Abwärtsrichtung bewegbar getra-gen.
Montage von elektronischen Bauteilen, insbesondere von Chips, auf Schaltungsplatten.



DE 19654172 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 97 702 027/499

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich generell auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Montieren von elektronischen Bauteilen auf einer gedruckten Schaltungsplatte. Die Erfindung ist insbesondere auf eine Technik gerichtet, die die sogenannte "Montagetaktzeit" pro elektronisches Bauteil zu verkürzen imstande ist.

5 Elektronische Bauteile werden auf gedruckten Schaltungsplatten durch automatische Maschinen montiert, beispielsweise durch Bauteile-Montagevorrichtungen für die Verwendung sogenannter "elektronischer Bauteile vom Montagetyp". Eine dieser automatischen Bauteile-Montagevorrichtungen ist in der offengelegten japanischen Patentanmeldung Nr. 5-192 824 beschrieben.

10 Diese Bauteile-Montagevorrichtung ist mit einem Drehtisch 13 und einer Vielzahl von Montageköpfen 15 ausgestattet. Der Drehtisch 13 hängt an einem Traggrundteil 28 und wird intermittierend und drehbar in einer solchen Art und Weise bereitgestellt, daß die Drehwelle sich in Längsrichtung erstreckt. Die Montageköpfe 15 sind an dem äußeren Umfangsbereich dieses Drehtisches 13 längs der Umfangsrichtung geordnet. Eine der Positionen, in denen der Montagekopf 15 stillgesetzt wird, entspricht der Aufnahmestation. In dieser Aufnahmestation ist die Bauteile-Abgabevorrichtung 8 für die Abgabe der Chip-Bauteile 5 vorgesehen. Demgegenüber entspricht eine andere Position, die gegenüber der Aufnahmestation des Drehtisches 13 liegt, der Montagestation. Die Schaltungsplatte 6, die längs der X- und Y-Richtung bewegbar getragen wird, ist in dem unteren Bereich des Montagekopfs 15 angeordnet, der an dieser Montagestation positioniert ist.

15 Eine Vielzahl von Bauteile-Abgabevorrichtungen 8 ist innerhalb eines vorgewählten Bereiches angeordnet, der einen Teil der Position umfaßt, welcher der Aufnahmestation des Drehtisches 13 entspricht. Eine bezeichnete Bauteile-Abgabevorrichtung 8 wird in die der Aufnahmestation entsprechende Position transportiert.

20 Ein Montagekopf 15 nimmt das Chip-Bauteil 5 auf, welches von der Bauteile-Abgabevorrichtung 8 in der Aufnahmestation abgegeben ist. Sodann wird der Drehtisch 13 intermittierend um eine Teilung gedreht. Der nächste Montagekopf 15 ist an der Aufnahmestation angeordnet und nimmt dann das Chip-Bauteil 5 ähnlich dem oben beschriebenen Montagekopf 15 auf. Sodann wird der Drehtisch 13 wieder intermittierend bzw. kurzzeitig gedreht. Somit wird das Chip-Bauteil 5 auf diese Art und Weise durch den Montagekopf 15 aufgenommen, der sich an der Aufnahmestation befindet.

25 Sodann wird der Montagekopf 15, der das Chip-Bauteil 5 aufgenommen hat, zur Montagestation hin transportiert, und zwar durch Drehen des Drehtisches 13. An dieser Montagestation wird der Montagekopf 15 derart abgesenkt, daß das Chip-Bauteil 5 auf der Schaltungsplatte 6 montiert wird.

30 Vor der Montage des Chip-Bauteiles 5 wird die Schaltungsplatte 6 durch den X-Y-Tisch 3 derart bewegt, daß die gekennzeichnete Bauteil-Montagestelle in Übereinstimmung mit der Montagestation positioniert ist.

35 Die oben beschriebenen Aufnahme- und Montagevorgänge bezüglich der Chip-Bauteile 5 werden in Übereinstimmung mit einer zuvor ausgewählten Reihenfolge ausgeführt. Mit anderen Worten ausgedrückt heißt dies, daß eine Bauteile-Abgabevorrichtung, die in Übereinstimmung mit der oben beschriebenen Reihenfolge unter dem Bauteile-Abgabevorrichtungen 8 ausgewählt ist, in die der Aufnahmestation entsprechende Stellung transportiert wird. Nachdem das ausgewählte Chip-Bauteil 5 von dem Montagekopf 15 aufgenommen worden ist, wird dieses Chip-Bauteil 5 durch den Drehtisch 13 zu der Montagestation hin transportiert. Zugleich wird die Schaltungsplatte 6 durch den X-Y-Tisch 3 transportiert, womit eine bestimmte Position, in der das betreffende 40 Chip-Bauteil 5 montiert wird, der Montagestation entspricht, so daß der Montagekopf 15 sich absenkt, um das ausgewählte Chip-Bauteil 5 auf der Schaltungsplatte 6 zu montieren.

45 Um die Bauteile-Montagetaktzeit bei einer derartigen konventionellen Bauteile-Montagevorrichtung zu verkürzen, währenddessen die entsprechenden mechanischen Elemente (Bauteile-Abgabevorrichtungen, Drehtisch, Montagekopf, etc.) mit hoher Geschwindigkeit betrieben werden, müssen die Anordnungs-Reihenfolge der betreffenden Bauteile-Abgabevorrichtungen 8 und auch die Transport-Reihenfolge (Transport folge in Montageposition) des X-Y-Tisches 3 optimiert werden. Das Zusammenwirken zwischen den betreffenden mechanischen Elementen und anderen mechanischen Elementen muß optimiert werden, um dadurch die Arbeits- bzw. Werkstück-Wartezeit zu kürzen. Als Folge müssen die Aufnahme-Reihenfolge und/oder die Montage-Reihenfolge der Bauteile durch den Montagekopf 15 effektiv eingestellt sein.

50 So wird beispielsweise die Transport-Reihenfolge des X-Y-Tisches 3 in dieser Folge festgelegt, nämlich eine solche bestimmte Montageposition, die nahe der Kante der vorgewählten Montagepositionen auf der Schaltungsplatte 6 liegt. Diese Art und Weise bewirkt eine Optimierung der Transport-Reihenfolge lediglich dann, wenn die Transportzeit des X-Y-Tisches 3 berücksichtigt wird. Wenn indessen diese Transportzeit auf der Basis der Anordnungs-Reihenfolge der Bauteile-Abgabevorrichtungen 8 ausgewählt ist, da viele Möglichkeiten dafür vorhanden sind, daß eine Vielzahl von Bauteilen derselben Sorten auf der Schaltungsplatte 6 montiert werden, müssen die Bauteile-Abgabevorrichtungen 8 jedesmal in der Hin- und Herbewegung transportiert werden, wenn dieselbe Sorte von Bauteilen montiert wird. Deshalb ist die oben beschriebene Transport-Reihenfolge des X-Y-Tisches 3 nicht immer die optimale Transport-Reihenfolge für die Bauteile-Abgabevorrichtung 8. Demgemäß konnte die Gesamt-Montagetaktzeit nicht verkürzt werden.

55 Ferner entspricht in einem solchen Fall, daß die Bauteile-Abgabevorrichtungen 8 entsprechend einer bestimmten Reihenfolge angeordnet sind, beispielsweise in einer Reihenfolge zur häufigeren Nutzung, und daß die Transport-Reihenfolge des X-Y-Tisches 3 auf der Grundlage dieser Anordnungs-Reihenfolge konzipiert ist, diese Transport-Reihenfolge des X-Y-Tisches 3 nicht immer der optimalen Transport-Folge in Bezug auf den X-Y-Tisch (3). Mit anderen Worten ausgedrückt heißt dies, daß diese konzipierte Transport-Reihenfolge nicht weitgehend gleich der optimalen Transport-Reihenfolge ist. Infolgedessen liegen viele Probleme darin, daß dann, wenn eine Konzeption auf der Grundlage irgendeiner der Anordnungs-Reihenfolge der Bauteile-Abgabevorrichtungen 8 und der Transport-Reihenfolge des X-Y-Tisches 3 vorgenommen wird, die andere Reihenfolge bzw. Ablauffolge unpassend würde. Es ist praktisch schwierig, entweder die optimalen Ablauffolgen oder die

Abläufe zu bestimmen, die nahe dieser optimalen Abläufe für beide Fälle sind.

Dies wird durch einen solchen Umstand hervorgerufen, daß der Transport der Bauteile als Werkstücke zwischen der Aufnahme der betreffenden Bauteile und der Montage der Bauteile durch Drehen des Drehtisches 13 in einer Richtung durchgeführt wird, und somit durch einen solchen Umstand, daß der Freiheitsgrad hinsichtlich der Konzeption dieser Abläufe gering ist. 5

Da der Transport der Bauteile als Werkstücke zwischen der Aufnahme der betreffenden Bauteile und der Montage durch Drehen des Drehtisches 13 in einer Richtung erfolgt, ist schließlich eine Beschränkung hinsichtlich des Konzepts des Optimierens des Anordnungs-Ablaufs und des Transport-Ablaufs vorgenommen. Demgemäß konnte die Bauteile-Montagetaktzeit nicht verkürzt werden.

Nunmehr wird eine Zusammenfassung der Erfindung gegeben. 10

Die vorliegende Erfindung ist geschaffen worden, um die oben beschriebenen Probleme zu lösen. Eine Aufgabe der Erfindung liegt dabei darin, ein Verfahren zum Montieren von Bauteilen bereitzustellen, das dadurch geprägt ist, daß eine Vielzahl von elektronischen Bauteilen einzeln mittels einer Vielzahl von Greifeinrichtungen in einem Bauteile-Abgabebereich ergriffen wird, und nach Transport dieser Greifeinrichtungen in den Bauteile-Montgebereich wird jedes der betreffenden erfaßten elektronischen Bauteile an einer bestimmten Montageposition in dem betreffenden Bereich montiert. 15

Infolgedessen kann in Übereinstimmung mit dem Bauteile-Montageverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung die Häufigkeit des Transports zwischen dem Bauteile-Abgabebereich und dem Bauteile-Montgebereich verkürzt werden, und die Montagetaktzeit pro einzelnes elektronisches Bauteil kann verkürzt werden.

Ein Bauteile-Montageverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ist so ausgestaltet, daß es die Schritte 20 umfaßt:

Unterteilen zumindest eines Bereiches des Bauteile-Abgabebereiches und des Bauteile-Montgebereiches in eine Vielzahl von Abschnitten:

und Montieren der elektronischen Bauteile in einem gesamten Bereich des Montagebereiches durch Wiederholen eines der Schritte: 25

Erfassen der elektronischen Bauteile durch eine Vielzahl der Greifeinrichtungen in einem der unterteilten Abschnitte des Bauteile-Abgabebereiches und Montieren der elektronischen Bauteile in dem Bauteile-Montagebereich und dann Erfassen der elektronischen Bauteile durch eine Vielzahl der Greifeinrichtungen in einem anderen unterteilten Abschnitt des Bauteile-Abgabebereichs und Montieren der elektronischen Bauteile in dem Bauteile-Montgebereich; 30

Erfassen der elektronischen Bauteile durch eine Vielzahl der Greifeinrichtungen in dem Bauteile-Abgabebereich und Montieren der elektronischen Bauteile in einem der unterteilten Abschnitte des Bauteile-Montagebereichs und dann wieder erfolgendes Erfassen der elektronischen Bauteile durch eine Vielzahl der Greifeinrichtungen in dem Bauteile-Abgabebereich und Montieren der elektronischen Bauteile in einem anderen unterteilten Abschnitt des Bauteile-Montagebereiches; 35

und Erfassen der elektronischen Bauteile durch eine Vielzahl der Greifeinrichtungen in einem der unterteilten Abschnitte des Bauteile-Abgabebereiches und Montieren der elektronischen Bauteile in einem unterteilten Abschnitt des Bauteile-Montagebereichs und dann Erfassen der elektronischen Bauteile durch eine Vielzahl der Greifeinrichtungen in einem anderen unterteilten Abschnitt des Bauteile-Abgabebereichs und Montieren der elektronischen Bauteile in einem anderen unterteilten Abschnitt des Bauteile-Montagebereiches. 40

Infolgedessen können der Bauteile-Abgabebereich und/oder der Bauteile-Montgebereich, der in eine Vielzahl von Abschnitten richtig unterteilt ist, die Transportstrecke der Bauteile-Greifeinrichtungen während des Erfassens und/oder Montierens der elektronischen Bauteile in dem Bauteile-Abgabebereich und/oder dem Bauteile-Montgebereich verkürzen. Die Montagetaktzeit pro einzelnes elektronisches Bauteil kann weiter verkürzt werden. 45

Ein Bauteile-Montageverfahren ist ferner dadurch ausgestaltet, daß der Bauteile-Abgabebereich in zwei Gruppen von unterteilten Abschnitten unterteilt ist, die zu beiden Seiten des Bauteile-Montagebereichs in einer Richtung angeordnet sind, die identisch zu einer Richtung verläuft, längs der die unterteilten Abschnitte des Bauteile-Montagebereichs angeordnet sind. Das Bauteile-Montageverfahren umfaßt die Schritte:

Individuelles Erfassen einer Vielzahl von elektronischen Bauteilen in einem der unterteilten Abschnitte des genannten Bauteile-Abgabebereiches mittels einer Vielzahl von Bauteile-Greifeinrichtungen; 50

Transportieren einer Vielzahl der Bauteile-Greifeinrichtungen in einen der unterteilten Abschnitte des Bauteile-Montagebereiches;

Montieren jedes der elektronischen Bauteile an einer bestimmten Montagestelle;

Transportieren einer Vielzahl der Bauteile-Greifeinrichtungen in andere unterteilte Abschnitte des Bauteile-Abgabebereiches; 55

erneutes Erfassen einer Vielzahl der elektronischen Bauteile in anderen unterteilten Abschnitten des Bauteile-Abgabebereiches mittels einer Vielzahl der Bauteile-Greifeinrichtungen;

Transportieren einer Vielzahl der Bauteile-Greifeinrichtungen in weitere bzw. andere unterteilte Abschnitte des Bauteile-Montagebereiches; 60

Montieren jedes der elektronischen Bauteile an einer bestimmten Montagestelle;

Wiederholen der obigen Schritte, bis die elektronischen Bauteile im gesamten Bereich des Montagebereiches montiert sind.

Infolgedessen können die unterteilten Gruppen des Bauteile-Abgabebereiches, die zu beiden Seiten des Bauteile-Montagebereichs angeordnet sind, einen Freiheitsgrad hinsichtlich des Konzepts der Greif-Ablauffolge sowie des Montage-Ablaufs dieser elektronischen Bauteile erweitern. Ferner können diese Abläufe optimiert werden. 65

Darüber hinaus ist ein Bauteile-Montageverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung dadurch ausgestaltet,

dass die elektronischen Bauteile von einer solchen bestimmten Montagestelle aus montiert werden, die am nächsten der Bauteile-Abgabevorrichtung liegt, wo das vorherige letzte Erfassen der elektronischen Bauteile mittels der Bauteile-Greifeinrichtungen unter den Bauteile-Abgabevorrichtungen in den unterteilten Abschnitten des Bauteile-Abgabebereiches durchgeföhrt werden ist.

- 5 Infolgedessen kann die Transportstrecke zwischen dem Bauteile-Abgabebereich und dem Bauteile-Montagebereich verkürzt werden. Die Montagetaktzeit pro einzelnes elektronisches Bauteil kann weiter verkürzt werden.

Ein Bauteile-Montageverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ist ferner so ausgestaltet, daß die elektronischen Bauteile im Bauteile-Montagebereich an einer bestimmten Montagestelle montiert werden, die am nächsten einer derartigen Bauteile-Abgabevorrichtung liegt, wo das nächste erste Erfassen des elektronischen Bauteiles in dem Bauteile-Abgabebereich vorzunehmen ist, zu dem die Bauteile-Greifeinrichtungen anschließend hin zu transportieren sind, wobei die betreffende Position als eine letzte bestimmte Montageposition innerhalb des Bauteile-Montagebereichs unter den bestimmten Montagepositionen in dem Bauteile-Montagebereich gekennzeichnet ist.

- 10 15 Infolgedessen kann die Transportstrecke zwischen dem Bauteile-Abgabebereich und dem Bauteile-Montagebereich weiter verkürzt werden, und die Montagezeit pro einzelnes elektronisches Bauteil kann weiter verkürzt werden.

Darüber hinaus ist eine Bauteile-Montagevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung so ausgestaltet, daß sie umfaßt:

- 20 25 Bauteile-Greifeinrichtungen zum individuellen Erfassen der elektronischen Bauteile; und einen Werkzeugkopf, an dem eine Vielzahl der Bauteile-Greifeinrichtungen angebracht ist und der zwischen dem Bauteile-Abgabebereich und dem Bauteile-Montagebereich bewegbar vorgesehen ist; wobei die Bauteile-Greifeinrichtung in der Aufwärts- und Abwärtsrichtung in bezug auf den Werkzeugkopf bewegbar getragen ist und sich zum Erfassen und Freigeben der elektronischen Bauteile bei Positionierung an einer vorgewählten Position in dem Werkzeugkopf aufwärts- und abwärts bewegt; und wobei der Werkzeugkopf in der Vorwärts- und Rückwärtsrichtung derart drehbar vorgesehen ist, daß er zur Auswahl der Bauteile-Greifeinrichtung und zur Positionierung der ausgewählten Bauteile-Greifeinrichtung in eine vorgewählte Position gedreht wird.

30 35 Infolgedessen können die elektronischen Bauteile mittels einer Vielzahl von Bauteile-Greifeinrichtungen innerhalb der Bauteile-Abgabeeinrichtung in einer beliebigen Reihenfolge erfaßt werden. Außerdem können die elektronischen Bauteile mittels einer Vielzahl von Bauteile-Greifeinrichtungen in der Bauteile-Montageeinrichtung in einer beliebigen Reihenfolge montiert werden. Demgemäß können die Greif- und Montageabläufe bezüglich der elektronischen Bauelemente frei gewählt bzw. eingestellt werden. Es ist möglich, eine derartige Bauteile-Montagevorrichtung bereitzustellen, die auf diese Greif- und Montageabläufe nicht eingeschränkt ist. Die Montagetaktzeit pro einzelnes elektronisches Bauteil kann weiter verkürzt werden.

35 40 Die Bauteile-Montagevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung kann bei einer Oberflächenmontagevorrichtung zur Montage von elektronischen Bauteilen vom Chip-Typ (die nachstehend als "Chip-Bauteile bzw. -Komponenten" bezeichnet werden) angewandt werden.

Die Bauteile-Montagevorrichtung ist so gestaltet, daß die Bauteile-Greifeinrichtung eine Einrichtung zur Aufnahme des elektronischen Bauteils durch Ausnutzen eines Unterdrucks sein kann.

Infolgedessen können in Übereinstimmung mit der Bauteile-Montagevorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung die elektronischen Bauteile mit höherer Geschwindigkeit erfaßt und montiert werden. Die Montagetaktzeit pro einzelnes elektronisches Bauteil kann weiter verkürzt werden.

Es folgt eine kurze Beschreibung der Zeichnungen.

45 Zur Erzielung eines besseren Verständnisses wird auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Seitenansicht einer vollständigen Bauteile-Montagevorrichtung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt schematisch eine Draufsicht der in Fig. 1 dargestellten Bauteile-Montagevorrichtung.

Fig. 3 zeigt schematisch eine Vorderansicht der Bauteile-Montagevorrichtung gemäß Fig. 1.

50 Fig. 4 zeigt eine Seitenansicht zur schematischen Veranschaulichung eines Werkzeugkopfes der Bauteile-Montagevorrichtung in einer vergrößerten Form.

Fig. 5 zeigt eine grafische Darstellung zur Veranschaulichung einer Motordrehzahl-Charakteristik eines bei der Bauteile-Montagevorrichtung gemäß Fig. 1 verwendeten X-Y-Richtungs-Transportmotors.

Fig. 6 zeigt ein erläuterndes Diagramm zur Erläuterung einer ersten Transportbahn des Werkzeugkopfes über einer Ebene bei einem Bauteile-Montageverfahren gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 7 zeigt ein erläuterndes Diagramm zur Erläuterung einer zweiten Transportbahn des Werkzeugkopfes über der Ebene gemäß dem ersten Bauteile-Montageverfahren.

Fig. 8 zeigt ein erläuterndes Diagramm zur Erläuterung einer dritten Transportbahn des Werkzeugkopfes über der Ebene gemäß dem ersten Bauteile-Montageverfahren.

Fig. 9 zeigt ein erläuterndes Diagramm, anhand dessen eine vierte Transportbahn des Werkzeugkopfes über der Ebene gemäß dem ersten Bauteile-Montageverfahren erläutert wird.

Fig. 10 zeigt ein erläuterndes Diagramm, anhand dessen eine fünfte Transportbahn des Werkzeugkopfes über der Ebene gemäß dem ersten Bauteile-Montageverfahren erläutert wird.

65 Fig. 11 zeigt ein erläuterndes Diagramm, anhand dessen eine sechste Transportbahn des Werkzeugkopfes über der Ebene gemäß dem ersten Bauteile-Montageverfahren erläutert wird.

Fig. 12 zeigt ein erläuterndes Diagramm, anhand dessen eine siebte Transportbahn des Werkzeugkopfes über der Ebene gemäß dem ersten Bauteile-Montageverfahren erläutert wird.

Fig. 13 zeigt ein erläuterndes Diagramm anhand dessen eine achte Transportbahn des Werkzeugkopfes über der Ebene gemäß dem ersten Bauteile-Montageverfahren erläutert wird.

Fig. 14 zeigt ein erläuterndes Diagramm anhand dessen eine neunte Transportbahn des Werkzeugkopfes über der Ebene gemäß dem ersten Bauteile-Montageverfahren erläutert wird.

Fig. 15 zeigt ein erläuterndes Diagramm anhand dessen eine zehnte Transportbahn des Werkzeugkopfes über der Ebene gemäß dem ersten Bauteile-Montageverfahren erläutert wird.

Fig. 16 zeigt ein konzeptionelles Diagramm zur Beschreibung eines Bauteile-Montageverfahrens gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen werden nunmehr die verschiedenen bevorzugten Ausführungsformen der Bauteile-Montageverfahren und der Bauteile-Montagevorrichtungen im einzelnen beschrieben.

5

10

Erste Bauteile-Montagevorrichtung

Fig. 1 bis 4 veranschaulichen schematisch eine Bauteile-Montagevorrichtung gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

15

Zunächst wird eine Bauteile-Montagevorrichtung 1 gemäß der vorliegenden Erfindung erläutert. Die Bauteile-Montagevorrichtung 1 ist mit Bereichen zur Aufnahme von Chip-Bauteilen auf beiden Seiten eines Bereiches zum Montieren der Chip-Bauteile auf einer Schaltungsplatte versehen.

Die Bauteile-Montagevorrichtung 1 ist unter Verwendung einer Basiseinheit 2, einer Basisstation 3 zur Unterstützung dieser Basiseinheit 2 und vier Reihen von Säulen 4 aufgebaut, die an Positionen der rechten und linken Kanten beider Kantenbereiche dieser Basisstation 3 längs einer Vorder-/Rückrichtung stehen, wie dies in Fig. 1 veranschaulicht ist. Diese Bauteile-Montagevorrichtung 1 ist ferner aus Brücken 5 aufgebaut, die von den beiden Reihen von Säulen 4 gestützt sind, welche voneinander längs der Vorder-/Rückrichtung getrennt sind und die zwischen den oberen Enden der Säulen 4 in einer Längsrichtung der Basisstation 3 abgestützt sind. Ferner sind zwei Sätze von Kopftragsäulen 6 zwischen diesen Brücken 5 vorgesehen. Ein Werkzeugkopf 7 hängt an jeder der Kopftragsäulen 6, und eine Vielzahl von Aufnahmedüsen 8 ist an diesem Werkzeugkopf 7 angeordnet. Es dürfte einzusehen sein, daß eine Richtung, die in Fig. 1 oder Fig. 2 durch einen Pfeil veranschaulicht ist, entweder als "Vorder-/Rückrichtung" oder als "Pfeil-X-Richtung" bezeichnet wird, während eine durch einen Pfeil Y bezeichnete Richtung entweder als Rechts-/Links-Richtung" oder als "Pfeil-Y-Richtung" bezeichnet wird. Diese Richtungsdefinition wird in entsprechender Weise auf die nachfolgenden Beschreibungen angewandt.

20

25

Ein zentraler Bereich einer Oberfläche der Basiseinheit 2 längs der Rechts-/Links-Richtung wird als Arbeits- bzw. Werkstückanordnungseinheit genutzt, auf der ein Werkstück, wie eine Schaltungsplatte 9, angeordnet wird bzw. ist. Eine Fixiereinrichtung 10 zum Fixieren der Schaltungsplatte 9 ist an dieser Werkstückanordnungseinheit derart angeordnet, daß die Schaltungsplatte 9 positioniert wird. Ferner sind an der Werkstückanordnungseinheit zwei Schaltungsplatten 9 in einer solchen Art und Weise angeordnet, daß diese Schaltungsplatten 9 längs der Vorder-/Rückrichtung voneinander getrennt sind.

30

An den Unterseiten der oben erläuterten Brücken 5 sind Führungsschienen 11 in einer solchen Art und Weise fixiert, daß diese Führungsschienen 11 längs der Pfeil-X-Richtung verlaufen. Mit den Führungsschienen 11 stehen Führungsteile 12 in einer gleitbaren Art und Weise in Eingriff, die an den Oberseiten der beiden Kantenbereiche der Kopftragsäule 6 fixiert sind. Infolgedessen wird die Kopftragsäule 6 von den Brücken 9 längs der Pfeil-X-Richtung verschiebbar getragen. Es sei ferner darauf hingewiesen, daß Antriebseinrichtungen (nicht dargestellt) zwischen den Brücken 5 gesondert vorgesehen sind, so daß die Kopftragsäulen 6 in bezug auf die Brücken 5 separat selbstgetrieben sein können.

40

Die Werkzeugköpfe 7 sind an den Kopftragsäulen 6 derart gesondert vorgesehen, daß die betreffenden Werkzeugköpfe 7 davon herabhängen und längs der Pfeil-Y-Richtung in bezug auf die Kopftragsäulen 6 verschiebbar getragen sind. Es sei ferner darauf hingewiesen, daß die Werkzeugköpfe 7 längs der Pfeil-Y-Richtung durch rotierende Kugelumlaufspindeln transportiert werden, die in den Kopftragsäulen 6 vorgesehen sind.

45

Infolgedessen können die Werkzeugköpfe 7 separat und frei längs der X- und Y-Richtungen durch den Transport der Kopftragsäulen 6 längs der Pfeil-X-Richtung in bezug auf die Brücken 5 und durch den Transport der Werkzeugköpfe 7 längs der Pfeil Y-Richtung in bezug auf die Kopftragsäulen 6 transportiert werden.

50

Drehwellen der Werkzeugköpfe 7 sind in einer solchen Art und Weise vorgesehen, daß diese Drehwellen in bezug auf die vertikale Richtung in einer solchen Art und Weise geneigt sind, daß das untere Ende des auf der Vorderseite befindlichen Werkzeugkopfes 7 in die Vorderrichtung hin gespeist wird, während das untere Ende des auf der Rückseite liegenden Werkzeugkopfes 7 zur Rückrichtung hin gespeist wird (siehe Fig. 1). Ferner können diese Werkzeugköpfe 7 in den Normal-/Rückwärts-Richtungen frei gedreht werden.

55

An dem Werkzeugkopf 7 sind 20 Sätze von Aufnahmedüsen 8 in einem gleichen Intervall angeordnet, und zwar an einem äußeren Umfangsbereich des betreffenden Kopfes längs der Umfangsrichtung. Die Mittelachsen dieser Aufnahmedüsen 8 sind an der Drehwelle des Werkzeugkopfes 7 mit Neigungswinkel in bezug auf diese Drehwelle angebracht. Diese Neigung ist so festgelegt, daß die oberen Enden der betreffenden Aufnahmedüsen 8 an die Drehwelle des Werkzeugkopfes 7 angenähert sind. Als eine Gesamtanordnung sind die betreffenden Aufnahmedüsen 8 in einer sich konisch erstreckenden Art und Weise in bezug auf den Werkzeugkopf 7 angeordnet.

60

Die Aufnahmedüsen 8 sind längs ihrer axialen Mittenrichtungen in bezug auf den Werkzeugkopf 7 bewegbar getragen. Wenn die Aufnahmedüse 8 an einer Operationsstelle (die später beschrieben wird) liegt, wird sie durch eine Druckeinrichtung (nicht dargestellt) von der oberen Richtung her heruntergedrückt, um abgesenkt zu werden.

65

Unter diesen Aufnahmedüsen 8 ist die axiale Mitte der jeweiligen Aufnahmedüse, die am hinteren Ende des auf der Vorderseite liegenden Werkzeugkopfes 7 liegt, zur vertikalen Richtung hin ausgerichtet, und die axiale

Mitte der Aufnahmedüse, die am vorderen Ende des auf der Rückseite liegenden Werkzeugkopfes 7 positioniert ist, ist in die vertikale Richtung ausgerichtet. Diese rückwärtige Endposition und die vordere Endposition entsprechen der oben beschriebenen Operationsposition. Die Chip-Bauteile 13 können dann durch die Aufnahmedüsen 88 aufgenommen und/oder freigegeben werden, die sich an den Operationspositionen befinden und die in die vertikale Richtung ausgerichtet sind.

5 Im Hinblick auf die Chip-Bauteile 13, die auf einer Schaltungsplatte 9 montiert werden, ist anzumerken, daß beispielsweise 120 Sorten davon vorhanden sind. Diese verschiedenen Sorten der Chip-Bauteile 13 können durch Verwendung eines Typs von Aufnahmedüse 8 nicht aufgenommen und montiert werden. In einem Falle, in dem 120 Sorten von Chip-Bauteilen vorhanden sind, sind beispielsweise fünf Typen von Aufnahmedüsen 88 vorbereitet. Sodann werden die fünf Typen von Aufnahmedüsen 8 in einem solchen Satz angeordnet, daß beispielsweise neun Stücke bzw. Teile des ersten Typs von Aufnahmedüsen vorbereitet sind, daß fünf Stücke bzw. Teile eines zweiten Typs von Aufnahmedüsen vorbereitet sind, daß drei Teile eines dritten Typs von Aufnahmedüsen vorbereitet sind, daß zwei Teile eines vierten Typs von Aufnahmedüsen vorbereitet sind, wobei die Mengen bzw. Anzahl dieser Aufnahmedüsen in Abhängigkeit von deren Nutzungshäufigkeiten ausgewählt

10 15 Es sei darauf hingewiesen, daß die betreffenden Aufnahmedüsen 8 mit (nicht im einzelnen dargestellten) Luftkompressoren verbunden sind und daß ein Spitzenzbereich der an der Operationsstelle liegenden Aufnahmedüse 8 zu einem bestimmten Zeitpunkt entweder auf Unterdruck oder auf Überdruck geschaltet ist. Infolgedessen kann an diesem Spitzenzbereich das Chip-Bauteil 13 aufgenommen oder freigegeben werden.

20 25 Es gibt einen Bereich, in welchem die Chip-Bauteile 13 auf den Schaltungsplatten 9 montiert werden, die durch die Fixiereinrichtung 10 positioniert und festgehalten sind. Ein derartiger Bereich wird nachstehend als "Bauteile-Montagebereich M" bezeichnet werden.

Ferner sind auf der rechten Seite und der linken Seite des Bauteile-Montagebereichs M 60 Sätze von Bauteile-Abgabevorrichtungen 14 angeordnet. Eine große Anzahl derselben Sorte von Chip-Bauteilen 13 wird 30 35 in den betreffenden Bauteile-Abgabevorrichtungen 14 gespeichert und an die Aufnahmedüsen 8 auf Anforderungen hin abgegeben. Es dürfte einzusehen sein, daß bei dieser Ausführungsform die Bauteile-Abgabevorrichtung 14 so beschrieben sind, daß sie auf der rechten Seite und der linken Seite des Bauteile-Montagebereichs 14 angeordnet sind. Die vorliegende Erfindung ist indessen hierauf nicht beschränkt, sondern sie kann vielmehr auf einen solchen Fall angewandt werden, bei dem die Bauteile-Abgabevorrichtungen 14 lediglich auf einer Seite der linken Seite und der rechten Seite des Bauteile-Montagebereichs M angeordnet sind.

40 45 Die verschiedenen Sorten von Chip-Bauteilen 13 werden in den entsprechenden Bauteile-Abgabevorrichtungen 14 gespeichert, und zwar in bezug auf die Sorten der Bauteile-Abgabevorrichtung 14. In Abhängigkeit von der Sorte des Chip-Bauteiles 13, welches an der Position auf der Schaltungsplatte 9 montiert wird, werden die Abgabedüse 8 und die Bauteile-Abgabevorrichtung 14 ausgewählt, und sodann wird dieses Chip-Bauteil 13 aufgenommen.

Auf der rechten Seite und der linken Seite der Fixiereinrichtung 10 sind parallel dazu Bauteile-Abgabeöffnungen 15 der entsprechenden Bauteile-Abgabevorrichtungen 14 angeordnet. Die Chip-Bauteile 13, die an diesen Bauteile-Abgabeöffnungen 15 in Stellung gebracht sind, werden durch die Aufnahmedüsen 8 aufgenommen. Infolgedessen wird der Bereich, in welchem eine große Anzahl von Bauteile-Abgabeöffnungen 15 einem Bereich entspricht, in welchem die Chip-Bauteile 13 aufgenommen werden, nachstehend als "Bauteile-Abgabebereich S" bezeichnet werden.

Der Werkzeugkopf 7 ist sodann in einer solchen Art und Weise ausgeführt, daß die Aufnahmedüsen 8 innerhalb eines Bereiches einer derartigen Region bewegt werden, um den oben beschriebenen Bauteile-Abgabebereich S und den Bauteile-Montagebereich M zu verbinden, wobei die betreffenden Aufnahmedüsen an ihre Operationsposition angenähert bzw. herangeführt werden.

50 55 Nunmehr erfolgt eine Beschreibung des Bauteile-Montageverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung, und zwar unter der nunmehrigen Annahme, daß eine Ziel- bzw. Kenn-Montagegeschwindigkeit der oben beschriebenen Bauteile-Montagevorrichtung 1 auf z. B. 0,2 s/Chip festgelegt ist. Diese Montagegeschwindigkeit ist durch eine sogenannte "Montagetaktzeit" definiert. Mit anderen Worten ausgedrückt heißt dies, daß die Montagetaktzeit eine derartige Eins-Zyklus-Zeitperiode einschließt, die dadurch definiert ist, daß das Chip-Bauteil 13 in den Bauteile-Abgabebereich S durch die Abgabedüsen 8 aufgenommen und zu dem Bauteile-Montagebereich M hin transportiert worden ist und daß danach dieses aufgenommene Chip-Bauteil 13 auf der Schaltungsplatte 9 montiert wird bzw. ist und sodann diese Aufnahmedüse 8 in den Bauteile-Abgabebereich S zurückgeführt ist. Es sei darauf hingewiesen, daß mit Rücksicht darauf, daß die oben beschriebene Bauteile-Montagevorrichtung 1 mit den beiden Werkzeugköpfen 7 ausgestattet ist, die Chip-Bauteile 13 auf zwei Reihen bzw. Sätzen von Schaltungsplatten 9 gleichzeitig montiert werden können. Demgemäß ist die Kenn-Montagetaktzeit eines dieser Werkzeugköpfe 7 gegeben mit 0,4 s/Chip.

60 Bei der folgenden Ausführungsform ist eine solche Annahme getroffen, daß die Abmessung der Schaltungsplatte 9 mit 250 mm × 400 mm definiert ist und daß 120 Sorten von Chip-Bauteilen 13 montiert werden.

65 Es sei nunmehr angenommen, daß zwischen den benachbarten Bauteile-Abgabeöffnungen 15 der benachbarten bzw. aneinander grenzenden Bauteile-Abgabevorrichtungen 14 ein Intervall von 20 mm gewählt ist, daß eine Länge eines der Bauteile-Abgabebereiche S, die auf der rechten Seite bzw. der linken Seite liegen, längs der Pfeil-X-Richtung zu 20 mm × (60-1) = 1180 mm beträgt. Ferner ist angenommen, daß eine zwischen der Bauelemente-Abgabeöffnung 15 des Bauelemente-Abgabebereichs S und der dichtesten Kante in der Schaltungsplatte 9 von dieser Bauelemente-Abgabeöffnung 15 aus definierte Strecke 40 mm beträgt.

70 75 Es dürfte einzusehen sein, daß, wie bekannt, die Transportgeschwindigkeit des Werkzeugkopfes längs der Horizontalen (X-Y-Richtung) bei der existierenden (konventionellen) Bauelemente-Montagevorrichtung praktisch 40 mm/0,1 s beträgt. Da etwas Zeit beansprucht wird, bis der Werkzeugkopf eine gleichmäßige Bewegung

ausführt, wie dies in Fig. 5 durch eine voll ausgezogene Linie veranschaulicht ist, beginnt der Werkzeugkopf, sich nach 0,02 s zu bewegen, wenn ein Startbefehl abgegeben ist, und die Bewegung dieses Werkzeugkopfes wird nach 0,07 s gleichmäßig, wenn dieser Startbefehl abgegeben ist, nämlich, nachdem der Werkzeugkopf den Punkt von 20 mm passiert hat. Wenn die Geschwindigkeits-Kurvenlinie dieses konventionellen Werkzeugkopfes durch eine lineare Approximationsformel (nachstehend als eine "Konversionsformel" bezeichnet) ausgedrückt wird, führt dies sodann zu:

$$t = 0,043 + (0,055 \times \text{Transportstrecke}/40) \text{ Sekunden.}$$

Bei dieser grafischen Darstellung befindet sich die Bewegung des Werkzeugkopfes unter einen Beschleunigungszustand während $t < 0,07$ s. Sogar dann, wenn die Transportzeit auf der Basis der oben beschriebenen linearen Approximationsformel unter dieser Beschleunigungsbedingung (das ist der in Fig. 5 durch eine gestrichelte Linie veranschaulichte Bereich) berechnet ist, ist kein Problem vorhanden zu Überprüfen, daß sie schnell ist, da die Transportzeit länger wird als die tatsächliche Transportzeit in bezug auf die Transportstrecke.

Praktisch ausgedrückt heißt dies, daß die Zeit, die für den Transport der Aufnahmedüse längs der vertikalen Richtung erforderlich ist, 0,08 s beträgt und daß die normale Bestätigungsarbeit 0,04 s erfordert. Diese Bestätigungsarbeit durch ein (nicht dargestelltes) Sichtkamerasystem ist erforderlich, um die Richtung des Chip-Bauteiles 13 zu bestätigen, welches durch die Aufnahmedüse 8 in dieser Bauteile-Montagevorrichtung 1 aufgenommen ist. Überdies ist sie so ausgelegt, daß ein mittleres Intervall zwischen dem Chip-Bauteil 13 und dem Chip-Bauteil 13, welches auf der Schaltungsplatte 9 montiert ist, ungefähr 10 mm beträgt.

Demgegenüber muß unter der nunmehrigen Annahme, daß ein Chip-Bauteil 13 in einer zentralen Position (die als ein typischer Punkt funktioniert) der Schaltungsplatte 9 montiert wird, die Aufnahmedüse 8 über die minimale Strecke (nämlich $40 + 250/2 = 165$ mm) von der Bauteile-Abgabebereich 15 verschoben werden. Um diese Aufnahmedüse 8 über diese minimale Strecke zu bewegen, würde eine Zeit von $165/400 =$ ungefähr 0,4125 s vergehen. Infolgedessen konnte die oben beschriebene Ziel- bzw. Kenn-Montagetaktzeit von 0,4 s/Chip nicht erzielt werden.

Nunmehr werden Bauteile-Montageverfahren erläutert.

In Übereinstimmung mit dem Bauteile-Montageverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung kann die oben beschriebene Ziel- bzw. Kenn-Montagetaktzeit erzielt werden, da das Glied des Werkzeugkopftransports zwischen den Bauteile-Abgabebereichen S und dem Bauteile-Montagebereich M soweit verringert ist, wie dies möglich zugelassen ist. Zum Zwecke der einfachen Erläuterungen existiert der Bauteile-Abgabebereich S der Bauteile-Montagevorrichtung 1 lediglich auf einer einzigen Seite des Bauteile-Montagebereichs M bei den unten erwähnten Ausführungsformen.

In Übereinstimmung mit einem Bauteile-Montageverfahren einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine große Menge von Chip-Bauteilen 13, und zwar soviel wie möglich, aus dem Bauteile-Abgabebereich S durch 20 Sätze von Aufnahmedüsen 8 aufgenommen, die an dem Werkzeugkopf 7 vorgesehen sind. Dieser Werkzeugkopf 7 wird zu dem Bauteile-Montagebereich M hin transportiert, so daß die entsprechenden Chip-Bauteile 13 auf der Schaltungsplatte 9 montiert werden.

Wenn eine Vielzahl von Chip-Bauteilen 13 auf diese Art und Weise montiert wird, kann der Transport des Werkzeugkopfes 7 zwischen dem Bauteile-Abgabebereich S und dem Bauteile-Montagebereich M lediglich einmal vorgenommen werden, so daß die Transportzeit pro einzelnes Chip-Bauteil 13 zwischen den oben beschriebenen beiden Regionen bzw. Bereichen reduziert werden kann. Infolgedessen kann die Montagegeschwindigkeit (Montagetaktzeit) verkürzt werden.

Anschließend erfolgt eine Erläuterung darüber, wie die Montagetaktzeit des Chip-Bauteiles 13 verkürzt werden kann, und zwar durch Anwendung konkreter Vorgehensweisen.

Wie zuvor beschrieben, wird die Montagetaktzeit pro einzelnes Chip-Bauteil wie folgt angenommen. Dies heißt, daß 0,4 s der Ziel- bzw. Kenn-Montagetaktzeit entsprechen. Innerhalb dieser Kenn-Montagetaktzeit von 0,4 s sind 0,2 s erforderlich, indem die Zeit von $0,08 \times 2 = 0,16$ s, die die Aufwärts/Abwärtsbewegung der Aufnahmedüse 8 (während der Aufnahmeoperation und der Montageoperation) erfordert, zu der Bestätigungszeit von 0,04 s addiert wird, die für die Bestätigung des Aufnahmezustands des Chip-Bauteiles 13 durch Verwendung des Sichtkamerasystems erforderlich ist. Demgemäß muß der Werkzeugkopf längs der X-Y-Richtung innerhalb von 0,2 s (= 0,4 - 0,2) transportiert werden.

Überdies entspricht diese X-Y-Ziel-Transportzeit von 0,2 s einer Summe von Ziel-Transportzeiten des Werkzeugkopfes 7 zwischen dem Bauteile-Abgabebereich S und dem Bauteile-Montagebereich M. Infolgedessen sei nunmehr angenommen, daß die Transportzeit des Werkzeugkopfes 7 in dem Bauteile-Abgabebereich S gleich jener im Bauteile-Montagebereich M ist, und zwar im Hinblick auf gemittelte Werte; die Ziel-Transportzeit des Werkzeugkopfes 7 wird in jedem dieser Bauteile-Abgabe-/Bauteile-Montagebereiche 0,1 s. Es dürfte einzusehen sein, daß die Transportzeit zwischen dem Bauteile-Abgabebereich S und dem Bauteile-Montagebereich M in die zu berechnende Ziel-Transportzeit im Bauteile-Montagebereich M eingeht.

Während die oben beschriebenen 0,1 s als jeweilige Ziel-Transportzeit für den Werkzeugkopf 7 im Bauteile-Abgabebereich S und im Bauteile-Montagebereich M herangezogen werden (diese Zeiten werden als "Bereichs-S-Ziel-Transportzeit" bzw. als "Bereichs-M-Ziel-Transportzeit" bezeichnet), wird nunmehr eine Ablaufoperation zur Aufnahme und Montage der Chip-Bauteile 13 erläutert werden. Es sei angenommen, daß 20 Stücke von Aufnahmedüsen 8 an dem Werkzeugkopf 7 angebracht sind und daß diese 11 Stücke von Chip-Bauteilen 13 aufnehmen können, während sie innerhalb des Bauteile-Abgabebereichs S auf einmal transportiert werden. Diese Annahme ist auf folgende Voraussetzung gegründet. Falls die gewünschten Chip-Bauteile durch sämtliche 20 Stücke der Aufnahmedüsen 8 aufgenommen sind, dann erstreckt sich der Transportbereich dieser Aufnahmedüsen innerhalb des Bauteile-Abgabebereichs S derart, daß die oben erläuterte Ziel-Transportzeit von 0,1 s

innerhalb des Bauteile-Abgabebereichs S nicht erzielt werden könnte.

Infolgedessen ist der Bauteile-Abgabebereich S (dessen gesamte Länge beträgt 1180 mm) in einige Abschnitte unterteilt. Es sei angenommen, daß der Werkzeugkopf in einen Bereich einer Transportstrecke innerhalb dieser unterteilten geraden Linie transportiert wird und daß dann 11 Stücke der Chip-Bauteile 13 aufgenommen sind.

Obwohl dieses Ausführungsbeispiel erläutert, daß der Bauteile-Abgabebereich S in mehrere Abschnitte unterteilt ist und daß der Werkzeugkopf 7 innerhalb des Bereiches dieses unterteilten Abschnitts transportiert wird, dürfte einzusehen sein, daß eine Entscheidung darüber, ob der Bauteile-Abgabebereich S unterteilt wird oder nicht, auf der Grundlage der Anzahl bzw. Menge der Aufnahmedüsen 8, die an den Werkzeugkopf 7 angebracht sind, der Abmessung der Schaltungsplatte 9 und entweder der Sorte oder Menge der zu montierenden Chip-Bauteile 13 getroffen werden kann. Es ist selbstverständlich möglich, das Bauteile-Montageverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung auf einen solchen Fall anzuwenden, daß der Bauteile-Abgabebereich S nicht unterteilt ist.

Deshalb wird eine Länge einer unterteilten geraden Linie (nämlich die Transportstrecke innerhalb der geraden Linie) festgelegt, wobei 11 Punkte zufällig innerhalb dieses Bereiches ausgewählt sind, und es erfolgt eine Überprüfung dahingehend, ob die mittlere Transportzeit zwischen diesen Punkten die oben beschriebene Bereichs-S-Ziel-Transportzeit von 0,1 s wird oder nicht, so daß die unterteilte Transportstrecke innerhalb der geraden Linie bestimmt ist, in der die Transportzeit kürzer als die oder nahezu gleich der oben beschriebenen Bereichs-S-Ziel-Transportzeit von 0,1 s ist.

Konkret ausgedrückt heißt dies, daß die folgende Untersuchung bezüglich eines derartigen Falles vorgenommen wird, daß die unterteilten Transportstrecken innerhalb der geraden Linie 800 mm, 600 mm, 400 mm und 200 mm betragen.

Bei jeder dieser unterteilten Transportstrecken innerhalb der geraden Linie werden 10 Sätze von Fällen überprüft. Eine Berechnung wird bezüglich eines Mittelwertes der Transportzeit im Hinblick auf jeden dieser 10 Fälle durchgeführt, und ferner wird ein Gesamtwert dieser Mittelwerte berechnet.

In Tabellen 1 bis 4 sind beliebige Zahlen in einer Strecke, die 11 Punkte, (a, b, c, ..., k) einschließt, auf der Grundlage von beliebigen Zahlen innerhalb einer bestimmten Länge ausgewählt. Diese Punkte sind in einer kleinen Reihenfolge neu zusammengestellt und dann in den betreffenden Tabellen wiedergegeben. Die Transportstrecken bei den entsprechenden Punkten umfassen, daß die Strecken (ab, bc, cd, ..., jk) bei den oben beschriebenen Punkten (a, b, c, ..., k) und die diesen Punkten benachbarten Punkte angezeigt werden. Die Transportzeit gibt die Transportzeit zwischen den betreffenden Zeitpunkten an, indem die oben beschriebenen Transportstrecken bei den betreffenden Punkten für die oben beschriebene Konversionsformel eingesetzt sind.

Die Tabelle 1 zeigt einen solchen Fall an, daß die Transportstrecke innerhalb der geraden Linie 800 mm beträgt.

Tabelle 1

Bedingung 1

Entfernung: 800 mm

40 Zielpunkt-Anzahl: ntf 11 Punkte

Entfernung/Zeitkonversion: (Konversionsformel $0,043 + (0,055 \times \text{Transportstrecke}/40)$)

Zufallszahl innerhalb der Strecke (neu angeordnet)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
Fall 1	64	146	150	176	196	252	254	288	372	440	724
Fall 2	104	232	436	452	462	500	598	602	624	662	752
Fall 3	0	68	74	96	308	578	624	630	636	644	664
Fall 4	20	98	162	264	436	448	512	608	650	696	758
Fall 5	14	26	220	296	332	396	424	436	508	578	734
Fall 6	38	208	232	266	316	386	388	612	666	756	768
Fall 7	22	98	142	254	296	372	450	494	570	636	730
Fall 8	--	60	196	282	318	334	338	566	572	650	726
Fall 9	36	190	290	318	374	390	420	564	636	700	794
Fall 10	—	24	48	148	180	504	604	664	720	756	768

Transportstrecke zwischen den Punkten (mm)

	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk
Fall 1	82	4	26	20	56	2	34	84	68	284
Fall 2	128	204	16	10	38	98	4	22	38	90
Fall 3	68	6	22	212	270	46	6	6	8	20
Fall 4	78	64	102	172	12	64	96	42	46	62
Fall 5	12	194	76	36	64	28	12	72	170	56
Fall 6	170	24	34	50	70	2	224	54	90	12
Fall 7	76	44	112	42	76	78	44	76	66	94
Fall 8	136	86	36	16	4	228	6	78	76	24
Fall 9	154	100	28	56	16	30	144	72	64	94
Fall 10	24	100	32	324	100	60	56	36	12	20

Transportzeit(s)

	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	Mittelw.
Fall 1	0.16	0.05	0.08	0.07	0.12	0.05	0.09	0.16	0.14	0.43	0.134
Fall 2	0.22	0.32	0.07	0.06	0.10	0.18	0.05	0.07	0.10	0.17	0.132
Fall 3	0.14	0.05	0.07	0.33	0.41	0.11	0.05	0.05	0.05	0.07	0.134
Fall 4	0.15	0.13	0.18	0.28	0.06	0.13	0.13	0.10	0.11	0.16	0.144
Fall 5	0.06	0.31	0.15	0.09	0.13	0.08	0.06	0.14	0.28	0.12	0.142
Fall 6	0.28	0.08	0.09	0.11	0.14	0.05	0.35	0.12	0.17	0.06	0.143
Fall 7	0.15	0.10	0.20	0.10	0.15	0.15	0.10	0.15	0.13	0.17	0.14
Fall 8	0.23	0.16	0.09	0.07	0.05	0.36	0.05	0.15	0.15	0.08	0.138
Fall 9	0.25	0.18	0.08	0.12	0.07	0.08	0.24	0.14	0.13	0.17	0.147
Fall 10	0.08	0.18	0.09	0.49	0.18	0.13	0.12	0.09	0.06	0.07	0.148

Gesamter gemittelter Wert von 0,14 s

Nunmehr sei der Fall 1 in der Tabelle 1 betrachtet; die Punkte (a, b, ... k), die beliebig ausgewählt sind, sind wie folgt gegeben:

a: 64, b: 146, c: 150, D: 176, e: 196, f: 252, g: 254, h: 288, i: 372, j: 440, k: 724. Die Strecken zwischen den betreffenden Punkten sind wie folgt gegeben:

ab: 82, bc: 4, cd: 26, de: 20, ef: 56, fg: 2, gh: 34, hi: 84, ij: 68, jk: 284 (mm).

Wenn diese Werte in der oben beschriebenen Konversionsformel herangezogen werden, um die Transportzeiten zwischen den betreffenden Punkten zu berechnen, sind diese Transportzeiten wie folgt gegeben:

ab: 0,16, bc: 0,05, cd: 0,08, de: 0,07, ef: 0,12, fg: 0,05, gh: 0,09, hi: 0,16, ij: 0,14, jk: 0,43 (Sekunden). Ein Mittelwert dieser Transportzeiten ist mit 0,134 s gegeben.

Wenn Mittelwerte der betreffenden Transportzeiten in den Fällen 2 bis 10 entsprechend berechnet werden, dann sind diese Werte wie folgt gegeben:

Fall 2: 0,132, Fall 3: 0,134, Fall 4: 0,144, Fall 5: 0,142, Fall 6: 0,143, Fall 7: 0,14, Fall 8: 0,138, Fall 9: 0,147, Fall 10: 0,148 (Sekunden). Wenn ein Mittelwert der summierten Transportzeiten berechnet wird, dann wird dieser überdies zu 0,14 s.

Da der oben beschriebene Mittelwert von 0,14 s länger ist als die oben definierten Bereichs-S-Ziel-Transportzeit von 0,1 s, kann als Ergebnis verstanden werden, daß die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie von 800 mm nicht verwendet werden könnte.

Die Tabelle 2 zeigt einen solchen Fall, daß die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie 600 mm beträgt.

Tabelle 2

5

Bedingung 2

Entfernung: 600 mm

Zielpunkt-Anzahl: 11 Punkte

Entfernung/Zeitkonversion: Konversionsformel = $0,043 + (0,055 \times \text{Transportstrecke}/40))$

10

Zufallszahl innerhalb der Strecke (neu angeordnet)

15

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
Fall 1	48	109.5	112.5	132	147	189	190.5	216	279	330	543
Fall 2	78	174	327	339	346.5	375	448.5	451.5	468	496.5	564
Fall 3	0	51	55.5	72	231	433.5	468	472.5	477	483	498
Fall 4	15	73.5	121.5	198	327	336	384	456	487.5	522	568.5
Fall 5	10.5	19.5	165	222	249	297	318	327	381	508.5	550.5
Fall 6	28.5	156	174	199.5	237	289.5	291	459	499.5	567	576
Fall 7	16.5	73.5	106.5	190.5	222	279	337.5	370.5	427.5	477	547.5
Fall 8	45	147	211.5	238.5	250.5	253.5	424.5	429	487.5	544.5	562.5
Fall 9	27	142.5	217.5	238.5	280.5	292.5	315	423	477	525	595.5
Fall 10	18	36	111	135	378	453	498	540	567	576	591

35

Transportstrecke zwischen Punkten (mm)

40

	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk
Fall 1	61.5	3	19.5	15	42	1.5	25.5	63	51	213
Fall 2	96	153	12	7.5	28.5	73.5	3	16.5	28.5	67.5
Fall 3	51	4.5	16.5	159	202.5	34.5	4.5	4.5	6	15
Fall 4	58.5	48	76.5	129	9	48	72	31.5	34.5	46.5
Fall 5	9	145.5	57	27	48	21	9	54	127.5	42
Fall 6	127.5	18	25.5	37.5	52.5	1.5	168	40.5	67.5	9
Fall 7	57	33	84	31.5	57	58.5	33	57	49.5	70.5
Fall 8	102	64.5	27	12	3	171	4.5	58.5	57	18
Fall 9	115.5	75	21	42	12	22.5	108	54	48	70.5
Fall 10	18	75	24	243	75	45	42	27	9	15

60

65

Transportzeit(s)

	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	Mittelw.
Fall 1	0.13	0.05	0.07	0.06	0.10	0.05	0.08	0.13	0.11	0.34	0.111
Fall 2	0.18	0.25	0.06	0.05	0.08	0.14	0.05	0.07	0.08	0.14	0.11
Fall 3	0.11	0.05	0.07	0.26	0.32	0.09	0.05	0.05	0.05	0.06	0.111
Fall 4	0.12	0.11	0.15	0.22	0.06	0.11	0.14	0.09	0.09	0.11	0.119
Fall 5	0.06	0.24	0.12	0.08	0.11	0.07	0.06	0.12	0.22	0.10	0.117
Fall 6	0.22	0.07	0.08	0.09	0.12	0.05	0.27	0.10	0.14	0.06	0.118
Fall 7	0.12	0.09	0.16	0.09	0.12	0.12	0.09	0.12	0.11	0.14	0.116
Fall 8	0.18	0.13	0.08	0.06	0.05	0.28	0.05	0.12	0.12	0.07	0.114
Fall 9	0.20	0.15	0.07	0.10	0.06	0.07	0.19	0.12	0.11	0.14	0.121
Fall 10	0.07	0.15	0.08	0.38	0.15	0.10	0.10	0.08	0.06	0.06	0.122

Gesamt-Mittelwert von 0,116 s

Unter Berücksichtigung der Tabelle 2 ist anzumerken, daß dann, wenn ein Mittelwert der Transportzeiten bezüglich der Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie von 600 mm in einer entsprechenden Weise wie bezüglich der obigen Tabelle 1 berechnet wird, dieser 0,116 s wird.

Da dieser Mittelwert von 0,116 s länger wird bzw. ist als die Bereichs-Ziel-Transportzeit von 0,1 s, kann infolgedessen ebenfalls eingesehen werden, daß die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie von 600 mm nicht verwendet werden könnte.

Die Tabelle 3 veranschaulicht einen solchen Fall, daß die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie 400 mm beträgt.

Tabelle 3

Bedingung 3

Entfernung: 400 mm

Zielpunkt-Anzahl: 11 Punkte

Entfernung/Zeitkonversion: (Konversionsformel $0,043 + (0,055 \times \text{Transportstrecke}/40)$)

Zufallszahl innerhalb der Strecke (neu angeordnet)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
Fall 1	32	73	75	88	98	125	127	144	186	220	362
Fall 2	52	116	218	226	231	250	299	301	312	331	376
Fall 3	0	34	37	48	154	289	312	315	318	322	332
Fall 4	10	49	81	132	218	224	256	304	325	348	379
Fall 5	7	13	110	148	166	198	212	218	254	339	367
Fall 6	19	104	116	133	158	193	194	306	333	378	384
Fall 7	11	49	71	127	148	186	225	247	285	318	365
Fall 8	30	98	141	159	167	169	283	286	325	363	375
Fall 9	18	95	145	159	187	195	210	282	318	350	397
Fall 10	12	24	74	90	252	302	332	360	378	384	394

Transportstrecke zwischen Punkten (mm)

	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk
Fall 1	41	2	13	10	28	1	17	42	34	142
Fall 2	64	102	8	5	19	49	2	11	19	45
Fall 3	34	3	11	106	135	23	3	3	4	10
Fall 4	39	32	51	86	6	32	48	21	23	31
Fall 5	6	97	38	18	32	14	6	36	85	28
Fall 6	85	12	17	25	35	1	112	27	45	6
Fall 7	38	22	56	21	38	39	22	38	33	47
Fall 8	68	43	18	8	2	114	3	39	38	12
Fall 9	77	50	14	28	8	15	72	36	32	47
Fall 10	12	50	16	162	50	30	28	18	6	10

Transportzeit(s)

	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	Mittelw.
Fall 1	0.10	0.05	0.06	0.06	0.08	0.04	0.07	0.10	0.09	0.24	0.088
Fall 2	0.13	0.18	0.05	0.05	0.07	0.11	0.05	0.06	0.07	0.10	0.088
Fall 3	0.09	0.05	0.06	0.19	0.23	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.089
Fall 4	0.10	0.09	0.11	0.16	0.05	0.09	0.11	0.07	0.07	0.09	0.094
Fall 5	0.05	0.18	0.10	0.07	0.09	0.06	0.05	0.09	0.16	0.08	0.093
Fall 6	0.16	0.06	0.07	0.08	0.09	0.04	0.20	0.08	0.10	0.05	0.093
Fall 7	0.10	0.07	0.12	0.07	0.10	0.10	0.07	0.10	0.09	0.11	0.092
Fall 8	-0.14	0.10	0.07	0.05	0.05	0.20	0.05	0.10	0.10	0.06	0.09
Fall 9	0.15	0.11	0.06	0.08	0.05	0.06	0.14	0.09	0.09	0.11	0.095
Fall 10	0.06	0.11	0.07	0.27	0.11	0.08	0.08	0.07	0.05	0.06	0.096

Gesamt-Mittelwert von 0,092 s

Unter Heranziehung der Tabelle 3 ergibt sich dann, wenn ein Mittelwert der Transport Zeiten bezüglich der Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie von 400 mm in entsprechender Weise wie bezüglich der obigen Tabelle 1 berechnet wird, dieser zu 0,092 s.

Da dieser Mittelwert von 0,092 s kürzer wird bzw. ist als die Bereichs-S-Ziel-Transportzeit von 0,1 s, kann infolgedessen ebenfalls eingesehen werden, daß diese Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie von 400 mm verwendet werden konnte.

Die Tabelle 4 veranschaulicht einen solchen Fall, bei dem die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie 200 mm beträgt.

Tabelle 4

Bedingung 4

Entfernung: 200 mm

Zielpunkt-Anzahl: 11 Punkte

Entfernung/Zeitkonversion:(Konversionsformel $0,043 + (0,055 \times \text{Transportstrecke}/40)$)

DE 196 54 172 A1

Zufallszahl innerhalb der Strecke (neu angeordnet)

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
Fall 1	16	36.5	37.5	44	49	63	63.5	72	93	110	181
Fall 2	26	58	109	113	115.5	125	149.5	150.5	156	165.5	188
Fall 3	0	17	18.5	24	77	144.5	156	157.5	159	161	166
Fall 4	5	24.5	40.5	66	109	112	128	152	162.5	174	189.5
Fall 5	3.5	6.5	55	74	83	99	106	109	127	169.5	183.5
Fall 6	9.5	52	58	66.5	79	96.5	97	153	166.5	189	192
Fall 7	5.5	24.5	35.5	63.5	74	93	112.5	123.5	142.5	159	182.5
Fall 8	15	49	70.5	79.5	83.5	84.5	141.5	143	162.5	181.5	187.5
Fall 9	9	47.5	72.5	79.5	93.5	97.5	105	141	159	175	198.5
Fall 10	6	12	37	45	126	151	166	180	189	192	197

Transportstrecke zwischen Punkten (mm)

	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk
Fall 1	20.5	1	6.5	5	14	0.5	8.5	21	17	71
Fall 2	32	51	4	2.5	9.5	24.5	1	5.5	9.5	22.5
Fall 3	17	1.5	5.5	53	67.5	11.5	1.5	1.5	2	5
Fall 4	19.5	16	25.5	43	3	16	24	10.5	11.5	15.5
Fall 5	3	48.5	19	9	16	7	3	18	42.5	44
Fall 6	42.5	6	8.5	12.5	17.5	0.5	56	13.5	22.5	3
Fall 7	19	11	28	10.5	19	19.5	11	19	16.5	23.5
Fall 8	34	21.5	9	4	1	57	1.5	19.5	19	6
Fall 9	38.5	25	7	14	4	7.5	36	18	16	23.5
Fall 10	6	25	8	81	25	15	14	9	3	5

Transportzeit(s)

	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	Mittelw.
5	Fall 1	0.07	0.04	0.05	0.05	0.06	0.04	0.05	0.07	0.07	0.14
	Fall 2	0.09	0.11	0.05	0.05	0.06	0.08	0.04	0.05	0.06	0.07
10	Fall 3	0.07	0.05	0.05	0.12	0.14	0.05	0.05	0.05	0.05	0.065
	Fall 4	0.07	0.07	0.08	0.10	0.05	0.07	0.08	0.06	0.06	0.068
	Fall 5	0.05	0.11	0.07	0.06	0.07	0.05	0.05	0.07	0.10	0.06
15	Fall 6	0.10	0.05	0.05	0.06	0.07	0.04	0.12	0.06	0.07	0.05
	Fall 7	0.07	0.06	0.08	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.067
	Fall 8	0.09	0.07	0.06	0.05	0.04	0.12	0.05	0.07	0.07	0.067
20	Fall 9	0.10	0.08	0.05	0.06	0.05	0.05	0.09	0.07	0.07	0.08
	Fall 10	0.05	0.08	0.05	0.15	0.08	0.06	0.06	0.06	0.05	0.069

25 Gesamt-Mittelwert von 0,067 s

Unter Berücksichtigung der Tabelle 4 wird dann, wenn ein Mittelwert der Transportzeiten bezüglich der Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie von 200 mm in entsprechender Weise wie bezüglich der obigen Tabelle 1 berechnet wird, dieser zu 0,067 s.

30 Da der Mittelwert von 0,067 s kürzer als die Bereichs-S-Ziel-Transportzeit von 0,1 s wird bzw. ist, kann infolgedessen eingesehen werden, daß die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie von 200 mm verwendet werden konnte.

Wie zuvor erläutert, kann in dem Fall, daß der Werkzeugkopf 7 innerhalb der geraden Linie transportiert wird, falls die Transportstrecke innerhalb dieser geraden Linie kleiner als oder gleich 400 mm ist, somit erreicht werden, daß die Bereichs-S-Ziel-Transportzeit von 0,1 s erreicht werden konnte.

35 Anschließend wird eine weitere Überprüfung durchgeführt, wie hinsichtlich eines solchen Falles, daß der Werkzeugkopf 7 in einer ebenen Art und Weise (nämlich in der X-Y-Richtung) innerhalb des Bauteile-Montagebereichs M bewegt wird. Wie oben erläutert, weist die Schaltungsplatte 9 die Abmessung von 250 mm × 400 mm auf. Falls versucht wird, den Werkzeugkopf 7 innerhalb dieses gesamten Bereichs längs der X-Y-Richtung zu bewegen, dann ist mit Rücksicht darauf, daß dieser Bereich zu breit bzw. weit ist, vorhersagbar, daß die Bereichs-M-Ziel-Transportzeit von 0,1 s nicht erreicht werden kann. Sodann wird der Bauteile-Montagebereich M in passender Weise in mehrere unterteilte ebene Bereiche aufgeteilt, und zwar in einer entsprechenden Weise wie bezüglich des oben beschriebenen Bauteile-Abgabebereichs S, und die folgende Erwägung wird unter einer derartigen Bedingung getroffen, daß nämlich der Werkzeugkopf 7 innerhalb des unterteilten ebenen Bereiches transportiert wird.

40 Bei dieser Ausführungsform ist der Bauteile-Montagebereich M in mehrere Abschnitte unterteilt, und der Werkzeugkopf 7 wird sodann in diesen unterteilten Abschnitt transportiert. Entsprechend dem Fall, bei dem geprüft wurde, ob der Bauteile-Abgabebereich S unterteilt ist oder nicht, erfolgt eine Entscheidung dahingehend, ob der Bauteile-Montagebereich M auf einer solchen Bedingung basiert oder nicht, nämlich auf der Anzahl der Aufnahmedüsen 8, die an dem Werkzeugkopf 7 angebracht sind, der Abmessung der Schaltungsplatte 9, der Sorte und Menge der zu montierenden Chip-Bauteile 13. Es ist selbstverständlich möglich, das Bauteile-Montageverfahren gemäß der vorliegenden Erfahrung auf einen solchen Fall anzuwenden, daß der Bauteile-Montagebereich M nicht unterteilt ist.

45 Sodann wird ein unterteilter ebener Bereich bestimmt, und in diesem unterteilten ebenen Bereich werden 11 Punkte beliebig ausgewählt. Eine Position wird als Ausgangsposition erkannt, die von einer Mitte einer kurzen Kante des jeweiligen ebenen Bereichs oder einer Mitte einer Längskante um 40 mm nach außen entfernt liegt. Von diesem Ausgangspunkt wird durch passendes Verbinden der oben beschriebenen 11 Punkten miteinander in einer bestimmten Reihenfolge ein Weg bis zum Anfangspunkt (der ein Endpunkt wird) festgelegt. Zwischen den betreffenden Punkten wird eine längere Komponente der X-Y-Komponente als Hauptachse ausgewählt. So-50 dann erfolgt eine Überprüfung dahingehend, ob eine mittlere Transportzeit für die Länge dieser Hauptachse die oben beschriebene Bereichs-M-Ziel-Transportzeit von 0,1 s wird oder nicht. Infolgedessen wird ein derartiger unterteilter ebener Bereich bestimmt, in welchem der Mittelwert kürzer ist als die oder nahezu gleich ist der Bereichs-M-Ziel-Transportzeit von 0,1 s.

55 Konkret ausgedrückt heißt dies, daß die folgende Überprüfung hinsichtlich dieser drei Fälle der unterteilten ebenen Bereiche durchgeführt wird, nämlich 250 mm × 200 mm, 125 mm × 200 mm und 125 mm × 100 mm.

60 Bei jedem der unterteilten ebenen Bereiche werden nunmehr 10 Fälle berücksichtigt. Es wird eine Berechnung bezüglich eines Mittelwertes der Transportzeiten im Hinblick auf die betreffenden Fälle durchgeführt, und ferner wird ein Gesamtwert der Mittelwerte berechnet.

Es dürfte einzusehen sein, daß der am Ausgangspunkt beginnende und über elf Punkte in einer bestimmten Reihenfolge verlaufende und wieder zum Ausgangspunkt zurückkehrende Weg durch passende Verbindung dieser elf Punkte in Übereinstimmung mit der künstlichen besseren Reihenfolge bestimmt werden kann, die auf der Grundlage der Zufallszahlen in der Ebene ausgewählt sind. Es dürfte ferner einzusehen sein, daß der Ausdruck der "künstlichen besseren Reihenfolge" folgendes bedeutet. Während ein Punkt an der dichtesten Position oder der zweitdichtesten Position in bezug auf den Ausgangspunkt "s" als erster Punkt innerhalb des Bauteile-Montagebereichs M zwischen diesen elf Punkten ausgewählt wird und außerdem ein weiterer Punkt, der bei der zweitdichtesten Position oder der dichtesten Position am Ausgangspunkt "s" zwischen den elf Punkten als Endpunkt innerhalb des Bauteile-Montagebereichs M ausgewählt wird, werden diese Punkte miteinander verbunden. Die Fig. 6 bis 15 veranschaulichen zehn Fälle, in denen ein Ausgangspunkt mit elf Punkten verbunden ist, die auf Zufallszahlen in einem ebenen Bereich ausgewählt sind, der durch 250 mm × 200 mm definiert ist. Das Symbol "☆" gibt einen Ausgangspunkt (Endpunkt) "s" an und der Punkt "@" veranschaulicht elf beliebig ausgewählte Punkte (a, b, c...k).

In den Tabellen 5 bis 7 umfaßt ein Transportwert bzw. -betrag eine Zwei-Punkt-Strecke zur Verbindung entweder eines Ausgangspunkts oder eines Punkts mit einem anderen Punkt, was durch eine X-Komponente und eine Y-Komponente ausgedrückt ist. So sind beispielsweise eine X-Komponente und eine Y-Komponente einer Zwei-Punkt-Strecke zur Verbindung des Ausgangspunkts "s" und eines Punkts "a" in einer Spalte "sa" angegeben. Außerdem schließt ein Transportwert eine Hauptachse ein, daß zwischen den oben beschriebenen X-Komponenten und Y-Komponenten der Transportwerte ein längerer Transportwert ausgewählt wird. Eine Transportzeit besteht darin, Transportzeiten zwischen den entsprechenden Punkten anzugeben, indem die Transportbeträge der Hauptachse zwischen den betreffenden Punkten für die oben beschriebene Konversionsformel eingesetzt werden.

Die Tabelle 5 gibt einen solchen Fall an, daß der ebene Bereich durch 250 mm × 200 mm definiert ist.

Tabelle 5

Bedingung 1

Bereich: 250 mm × 200 mm

Ausgangspunkt: 40 mm außerhalb der Mitte der kurzen Kante

Endpunkt: dito

Anzahl der Zielpunkte: 11 Punkte innerhalb des Bereichs

Distanz/Zeit-Konversion: (Konversionsformel = 0,043 + 0,055 × Transportstrecke/40))

Transportbetrag (X-Achse von 250 · Y-Achse von 200)

	sa	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	ks
(X) Fall 1 (Y)	80	10	120	20	10	20	10	20	80	60	60	90
	-50	20	30	10	30	0	60	10	80	30	60	0
(X) Fall 2 (Y)	100	40	40	10	10	50	0	10	70	10	70	90
	50	30	50	40	20	40	30	70	80	10	20	20
(X) Fall 3 (Y)	70	100	50	70	40	40	40	80	10	50	40	70
	-80	30	20	10	70	110	40	30	70	40	20	40
(X) Fall 4 (Y)	60	40	40	20	50	70	30	10	0	40	140	70
	70	20	40	20	20	0	40	50	20	0	40	90
(X) Fall 5 (Y)	50	20	40	-110	40	90	0	10	170	40	10	70
	30	0	30	50	40	30	70	30	50	10	40	90
(X) Fall 6 (Y)	60	0	30	130	10	50	90	30	40	20	10	180
	30	50	10	20	40	10	20	20	30	80	10	30
(X) Fall 7 (Y)	80	40	70	0	20	10	10	100	20	30	70	100
	60	20	10	20	40	30	0	30	10	40	40	50
(X) Fall 8 (Y)	60	50	0	100	30	60	20	10	130	40	40	60
	0	30	20	40	20	10	80	20	40	20	50	80
(X) Fall 9 (Y)	150	40	10	20	10	40	10	20	0	90	130	60
	50	40	0	10	30	60	80	50	60	40	30	30
(X) Fall 10 (Y)	60	10	60	20	40	50	50	10	30	110	10	130
	10	40	30	10	30	50	50	70	60	20	10	100

Transportwert der Hauptachse

	sa	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	ks
Fall 1	80	20	120	20	30	20	60	20	80	60	60	90
Fall 2	100	40	50	40	20	50	30	70	80	10	70	90
Fall 3	80	100	50	70	70	110	40	80	70	50	40	70
Fall 4	60	40	40	20	50	70	40	60	20	40	140	90
Fall 5	50	20	40	110	40	90	70	30	170	40	40	90
Fall 6	60	50	30	130	40	50	90	30	40	80	10	180
Fall 7	80	40	70	20	40	30	10	100	20	90	70	100
Fall 8	60	50	20	100	30	60	80	20	130	40	50	80
Fall 9	150	40	10	20	30	60	80	50	60	90	130	60
Fall 10	60	40	60	20	40	50	50	70	60	110	10	130

Transportzeit(s)

	sa	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	ks	Mittelw.
Fall 1	0.15	0.07	0.21	0.07	0.08	0.07	0.13	0.07	0.15	0.13	0.13	0.17	0.119
Fall 2	0.18	0.10	0.11	0.10	0.07	0.11	0.08	0.14	0.15	0.06	0.14	0.17	0.117
Fall 3	0.15	0.18	0.11	0.14	0.14	0.19	0.10	0.15	0.14	0.11	0.10	0.14	0.138
Fall 4	0.13	0.10	0.10	0.07	0.11	0.14	0.10	0.13	0.07	0.10	0.24	0.17	0.12
Fall 5	0.11	0.07	0.10	0.19	0.10	0.17	0.14	0.08	0.28	0.10	0.10	0.17	0.134
Fall 6	0.13	0.11	0.08	0.22	0.10	0.11	0.17	0.08	0.10	0.15	0.06	0.29	0.134
Fall 7	0.15	0.10	0.14	0.07	0.10	0.08	0.06	0.18	0.07	0.17	0.14	0.18	0.12
Fall 8	0.13	0.11	0.07	0.18	0.08	0.13	0.15	0.07	0.22	0.10	0.11	0.15	0.126
Fall 9	0.25	0.10	0.06	0.07	0.08	0.13	0.15	0.11	0.13	0.17	0.22	0.13	0.132
Fall 10	0.13	0.10	0.13	0.07	0.10	0.11	0.11	0.14	0.13	0.19	0.06	0.22	0.123

Gesamt-Mittelwert von 0,126 s

In der Tabelle 5, die den Fall 1 berücksichtigt, sind eine X-Komponente und eine Y-Komponente eines Intervalls zwischen einem Punkt und einem anderen Punkt, der dem erstgenannten Punkt vorangeht, wie folgt gegeben:

sa: X = 80, Y = 50, ab: X = 10, Y = 20, bc: X = 120, Y = 30, cd: X = 20, Y = 10, de: X = 10, Y = 30, ef: X = 20, Y = 0, fg: X = 10, Y = 60, gh: X = 20, Y = 10, hi: X = 80, Y = 80, ij: X = 60, Y = 30, jk: X = 60, Y = 60, ks: X = 90, Y = 0. Ein Transportwert einer Hauptachse bezüglich eines Schichtintervalls innerhalb der Intervalle zwischen den betreffenden Punkten ist wie folgt gegeben:

sa: 80, ab: 20, bc: 120, cd: 20, de: 30, ef: 20, fg: 60, gh: 20, hi: 80, ij: 60, jk: 60, ks: 90 (mm).

Wenn eine Berechnung bezüglich der Transportzeiten zwischen den entsprechenden Punkten unter Heranziehung dieser Werte auf der Basis der Konversions- bzw. Umsetzungsformel vorgenommen wird, werden folgende Transportzeiten erzielt:

sa: 0,15, ab: 0,07, bc: 0,21, cd: 0,07, de: 0,08, ef: 0,07, fg: 0,13, gh: 0,07, hi: 0,15, ij: 0,13, jk: 0,13, ks: 0,17 (Sekunden). Ein Mittelwert dieser Transportzeiten wird 0,119 s.

In entsprechender Weise sind in dem Fall, daß die Mittelwerte der betreffenden Transportzeiten von den Fällen 2 bis 10 berechnet werden, folgende Werte gegeben:

Fall 2: 0,117, Fall 3: 0,138, Fall 4: 0,12, Fall 5: 0,134, Fall 6: 0,134, Fall 7: 0,12, Fall 8: 0,126, Fall 9: 0,132, Fall 10: 0,123 (Sekunden). Wenn ein Mittelwert der summierten Transportzeiten berechnet wird, wird überdies dieser zu 0,126

s. Da dieser Mittelwert länger wird bzw. ist als die oben beschriebene Bereichs-M-Ziel-Transportzeit von 0,1 s, kann infolgedessen ersehen werden, daß der durch 250 mm × 200 mm definierte ebene Bereich nicht verwendet werden konnte.

Die Tabelle 6 veranschaulicht einen solchen Fall, daß der ebene Bereich durch 125 mm × 200 mm definiert ist.

5

Tabelle 6

Bedingung 1

10

Bereich: 250 mm × 200 mm

Ausgangspunkt: 40 mm außerhalb der Mitte der kurzen Kante

Endpunkt: dito

Anzahl der Zielpunkte: 11 Punkte innerhalb des Bereichs

Distanz/Zeit-Konversion: (Konversionsformel = 0,043 + 0,055 × Transportstrecke/40))

15

Transportwert (X: Achse von 125 · Y: Achse von 200)

15

	sa	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	ks
Fall 1 (X)	60	51	60	10	5	10	5	10	40	30	30	65
	50	20	30	10	30	0	60	10	80	30	60	50
Fall 2 (X)	70	20	20	5	5	25	0	5	35	5	35	65
	50	30	50	40	20	40	30	70	80	10	20	50
Fall 3 (X)	55	50	25	35	20	20	20	40	5	25	20	55
	80	30	20	10	70	110	40	30	70	40	20	80
Fall 4 (X)	50	20	20	10	25	35	15	5	0	20	70	55
	10	20	40	20	20	0	40	60	20	0	40	10
Fall 5 (X)	45	10	20	55	20	45	0	5	85	20	5	55
	30	0	30	50	40	30	70	30	50	10	40	30
Fall 6 (X)	50	0	15	65	5	25	45	15	20	10	5	110
	30	50	10	20	40	10	20	20	30	80	10	30
Fall 7 (X)	60	20	35	0	10	5	5	50	10	45	35	70
	60	20	10	20	40	30	0	30	10	40	40	60
Fall 8 (X)	50	25	0	50	15	30	10	5	65	20	20	50
	0	30	20	40	20	10	80	20	40	20	50	0
Fall 9 (X)	95	20	5	10	5	20	5	10	0	45	65	50
	50	40	0	10	30	60	80	50	60	40	30	50
Fall 10 (X)	50	5	30	10	20	25	25	5	15	55	5	85
	10	40	30	10	30	50	50	70	60	20	10	10

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Transportwert der Hauptachse

	sa	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	ks
Fall 1	60	20	60	10	30	10	60	10	80	30	60	65
Fall 2	70	30	50	40	20	40	30	70	80	10	35	65
Fall 3	80	50	25	35	70	110	40	40	70	40	20	80
Fall 4	50	20	40	20	25	35	40	60	20	20	70	55
Fall 5	45	10	30	55	40	45	70	30	85	20	40	55
Fall 6	50	50	15	65	40	25	45	20	30	80	10	110
Fall 7	60	20	35	20	40	30	5	50	10	45	40	70
Fall 8	50	30	20	50	20	30	80	20	65	20	50	50
Fall 9	95	40	5	10	30	60	80	50	60	45	65	50
Fall 10	50	40	30	10	30	50	50	70	60	20	10	80

Transportzeit (s)

	sa	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	ks	Mittelw.	
5	Fall 1	0.13	0.07	0.13	0.05	0.08	0.06	0.13	0.06	0.15	0.08	0.13	0.13	0.1
10	Fall 2	0.14	0.08	0.11	0.10	0.07	0.10	0.08	0.14	0.15	0.06	0.09	0.13	0.105
15	Fall 3	0.15	0.11	0.08	0.09	0.14	0.19	0.10	0.10	0.14	0.10	0.07	0.15	0.119
20	Fall 4	0.11	0.07	0.10	0.07	0.08	0.09	0.10	0.13	0.07	0.07	0.14	0.12	0.095
25	Fall 5	0.10	0.06	0.08	0.12	0.10	0.10	0.14	0.08	0.16	0.07	0.10	0.12	0.103
30	Fall 6	0.11	0.11	0.06	0.13	0.10	0.08	0.10	0.07	0.08	0.15	0.06	0.19	0.105
35	Fall 7	0.13	0.07	0.09	0.07	0.10	0.08	0.05	0.11	0.06	0.10	0.10	0.14	0.092
40	Fall 8	0.11	0.08	0.07	0.11	0.07	0.08	0.15	0.07	0.13	0.07	0.11	0.11	0.099
45	Fall 9	0.17	0.10	0.05	0.06	0.08	0.13	0.15	0.11	0.13	0.10	0.13	0.11	0.111
50	Fall 10	0.11	0.10	0.08	0.06	0.08	0.11	0.11	0.14	0.13	0.12	0.06	0.16	0.105

Gesamt-Mittelwert von 0,103 s

Unter nunmehriger Berücksichtigung der Tabelle 6 wird dann, wenn eine mittlere Transportzeit in dem ebenen Bereich, der durch 125 mm × 200 mm definiert ist, in entsprechender Weise wie bezüglich der obigen Tabelle 5 berechnet wird, diese zu 0,103 s.

Obwohl dieser Mittelwert etwas länger ist bzw. wird als die Bereichs-M-Ziel-Transportzeit von 0,1 s, dürfte als Ergebnis ersichtlich sein, daß einige Möglichkeiten dafür vorhanden sind, daß dieser ebene Bereich verwendet werden kann, und zwar aufgrund der Kombinationen mit der Transportzeit in dem Bauteile-Abgabebereich S. Die Tabelle 7 veranschaulicht einen Fall, gemäß dem der ebene Bereich durch 125 mm × 100 mm definiert ist.

Tabelle 7

Bedingung 3

Bereich: 250 mm × 200 mm

40 Ausgangspunkt: 40 mm außerhalb der Mitte der kurzen Kante
Endpunkt: dito

Anzahl der Zielpunkte: 11 Punkte innerhalb des Bereichs

Distanz/Zeit-Konversion: (Konversionsformel = 0,043 + 0,055 × Transportstrecke/40))

45

50

55

60

65

Transportwert (X: Achse von 125 · X: Achse von 100)

	sa	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	ks
Fall 1 (X)	60	5	60	10	5	10	5	10	40	30	30	65
Fall 1 (M)	25	10	15	5	15	0	30	5	40	15	30	0
Fall 2 (X)	70	20	20	5	5	25	0	5	35	5	35	65
Fall 2 (M)	25	15	25	20	10	20	15	35	40	5	10	10
Fall 3 (X)	55	50	25	35	20	20	20	40	5	25	20	55
Fall 3 (M)	40	15	10	5	35	55	20	15	35	20	10	20
Fall 4 (X)	50	20	20	10	25	35	15	5	0	20	70	55
Fall 4 (M)	5	10	20	10	10	0	20	30	10	0	20	45
Fall 5 (X)	45	10	20	55	20	45	0	5	25	20	5	55
Fall 5 (M)	15	0	15	25	20	15	35	15	25	5	20	45
Fall 6 (X)	50	0	15	65	5	25	45	15	20	10	5	110
Fall 6 (M)	15	25	5	10	20	5	10	10	15	40	5	15
Fall 7 (X)	60	20	35	0	10	5	5	50	10	45	35	70
Fall 7 (M)	30	10	5	10	20	15	0	15	5	20	20	25
Fall 8 (X)	50	25	0	50	15	30	10	5	65	20	20	50
Fall 8 (M)	0	15	10	20	10	5	40	10	20	10	25	40
Fall 9 (X)	95	20	5	10	5	20	5	10	0	45	65	50
Fall 9 (M)	25	20	0	5	15	30	40	25	30	20	15	15
Fall 10 (X)	50	5	30	10	20	25	25	5	15	55	5	85
Fall 10 (M)	5	20	15	5	15	25	25	35	30	10	5	50

Transportwert der Hauptachse

	s2	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	ks
Fall 1	60	10	60	10	15	10	30	10	40	30	30	65
Fall 2	70	20	25	20	10	25	15	35	40	5	35	65
Fall 3	55	50	25	35	35	55	20	40	35	25	20	55
Fall 4	50	20	20	10	25	35	20	30	10	20	70	55
Fall 5	45	10	20	55	20	45	35	15	25	20	20	55
Fall 6	50	25	15	65	20	25	45	15	20	40	5	110
Fall 7	50	20	35	10	20	15	5	50	10	45	65	70
Fall 8	50	25	10	50	15	30	40	10	65	20	25	50
Fall 9	55	20	5	10	15	30	40	25	30	45	65	50
Fall 10	50	20	35	10	20	25	25	35	30	55	5	85

Transportzeit(s)

.	sa	ab	bc	cd	de	ef	fg	gh	hi	ij	jk	ks	Mittelw.
Fall 1	0.13	0.06	0.13	0.06	0.06	0.06	0.08	0.06	0.10	0.08	0.08	0.13	0.085
Fall 2	0.14	0.07	0.08	0.07	0.06	0.08	0.06	0.09	0.10	0.05	0.09	0.13	0.085
Fall 3	0.12	0.11	0.08	0.09	0.09	0.12	0.07	0.10	0.09	0.08	0.07	0.12	0.095
Fall 4	0.11	0.07	0.07	0.06	0.08	0.09	0.07	0.08	0.06	0.07	0.14	0.12	0.085
Fall 5	0.10	0.06	0.07	0.12	0.07	0.10	0.09	0.06	0.16	0.07	0.07	0.12	0.092
Fall 6	0.11	0.08	0.06	0.13	0.07	0.08	0.10	0.06	0.07	0.10	0.05	0.19	0.093
Fall 7	0.13	0.07	0.09	0.06	0.07	0.06	0.05	0.11	0.06	0.10	0.09	0.14	0.086
Fall 8	0.11	0.08	0.05	0.11	0.06	0.08	0.10	0.06	0.13	0.07	0.08	0.11	0.088
Fall 9	0.17	0.07	0.05	0.06	0.06	0.08	0.10	0.08	0.08	0.10	0.13	0.11	0.092
Fall 10	0.11	0.07	0.08	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.08	0.12	0.05	0.16	0.088

Gesamt-Mittelwert von 0,089 s

Unter nummehriger Berücksichtigung der Tabelle 7 wird in dem Fall, daß eine mittlere Transportzeit in dem ebenen Bereich, der durch 125 mm × 100 mm in entsprechender Weise berechnet ist wie bezüglich der obigen Tabelle 5, diese zu 0,089 s.

Da diese berechnete mittlere Zeit kürzer ist als die Bereichs-M-Ziel-Transportzeit von 0,1 s, kann demgemäß ersehen werden, daß dieser durch 125 mm × 100 mm definierte ebene Bereich verwendet werden kann.

Wenn die oben beschriebenen Rechenergebnisse zusammengefaßt werden, wird die Tabelle 8 erhalten.

Tabelle 8

Bauteile-Aufnahmebereich S		Bauteile-Montagebereich M	
Bereich (mm)	Transportzeit (s)	Bereich (mm)	Transportzeit (s)
800	0,140	250x200	0,126
600	0,116	125x200	0,103
400	0,092	125x100	0,089
200	0,067		

Berücksichtigt man nunmehr die Tabelle 8, so ergeben sich in dem Fall, daß ein kombinierter Fall ausgewählt wird, gemäß dem eine Gesamtzeit der für die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linien erforderlichen Transportzeit und der Transportzeit, die für den ebenen Bereich erforderlich ist, kürzer als die oder gleich der X-Y-Ziel-Transportzeit von 0,2 s wird, die folgenden Kombinationen:

Dies heißt, daß in einem solchen Kombinationsfall, gemäß dem die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie 200 mm beträgt und der ebene Bereich durch 125 mm × 100 mm definiert ist, die summierte mittlere Transportzeit, 0,156 s wird. In einem derartigen Kombinationsfalle, gemäß dem die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie 200 mm beträgt und der ebene Bereich durch 125 mm × 200 mm definiert ist, wird die summierte mittlere Transportzeit zu 0,17 s.

Bei einem derartigen Kombinationsfall, bei dem die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie 200 mm und der ebene Bereich durch 250 mm × 200 mm definiert sind, wird die summierte mittlere Transportzeit zu 0,193 s. In einem solchen Kombinationsfall, gemäß dem die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie 400 mm beträgt und der ebene Bereich durch 125 mm × 100 mm definiert ist, wird die mittlere Transportzeit zu 0,181 s.

Ferner wird in einem derartigen Kombinationsfall, gemäß dem die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie 400 mm beträgt und der ebene Bereich definiert ist durch 125 mm × 200 mm, die summierte mittlere Transportzeit zu 0,195 s. Bei irgendeinem dieser Kombinationsfälle können die summierten mittleren Transportzeiten der X-Y-Ziel-Transportzeit von 0,2 s genügen.

In einem derartigen Kombinationsfall, bei dem die Transportstrecke innerhalb einer geraden Linie 600 mm

beträgt und der ebene Bereich durch 125 mm \times 100 mm definiert ist, wird ferner eine summierte X-Y-Transportzeit 0,205 s und ist ungleich der oben beschriebenen X-Y-Ziel-Transportzeit von 0,2 s. Da diese summierte X-Y-Transportzeit im wesentlichen gleich der X-Y-Ziel-Transportzeit ist, und zwar für den Fall, daß die Ziel-Transportzeit auf weniger als 0,2 s festgelegt bzw. eingestellt ist, kann indessen dieser Kombinationsfall angewandt werden.

Obwohl die oben beschriebene Ausführungsform dagehend erläutert worden ist, daß der Ausgangspunkt mit dem Endpunkt zusammenfällt, wenn die X-Y-Transportzeit innerhalb des ebenen Bereiches berechnet wird, ist darauf hinzuweisen, daß es einige sehr wenige Fälle gibt, in denen der Ausgangspunkt tatsächlich nicht mit dem Endpunkt zusammenfällt. In dem zuletzt genannten Fall ist vorhersagbar, daß die X-Y-Transportzeit kürzer wird als jene bei der Ausführungsform. Mit anderen Worten ausgedrückt heißt dies, daß es verstellbar ist, daß die Strecke, die dadurch definiert ist, daß die Strecke zwischen der Bauteile-Montagevorrichtung des letzten aufgenommenen Chip-Bauteiles 13 und einer bestimmten Montagestelle, an der das Chip-Bauteil zuerst montiert wird, zu der Strecke zwischen einer bestimmten Montagestelle, an der das Chip-Bauteil schließlich montiert wird, und der Bauteile-Montagevorrichtung 14 des Chip-Bauteiles 13, welches anschließend aufgenommen wird, hinzuaddiert wird, kürzer ist als die Strecke, die in einem solchen Fall festgelegt ist, daß der Ausgangspunkt mit dem Endpunkt zusammenfällt.

Infolgedessen wird entsprechend dem Bauteile-Montageverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung in dem Fall, daß der Werkzeugkopf 7 innerhalb des Bauteile-Abgabebereiches S transportiert wird, eine große Anzahl von Chip-Bauteilen 13, und zwar so viele wie möglich, aufgenommen, und dieser Werkzeugkopf 7 wird in den Bauteile-Montagebereich M bewegt, in welchen die Chip-Bauteile 13 an einer bestimmten Montagestelle montiert werden. Deshalb kann der Transport des Werkzeugkopfes 7 zwischen dem Bauteile-Abgabebereich S und dem Bauteile-Montagebereich M in bzw. zu einem Minimalwert unterdrückt werden, wenn die Chip-Bauteile 13 auf der Schaltungsplatte 9 montiert werden. Infolgedessen kann die Transportzeit pro einzelnes Chip-Bauteil 13, nämlich die Montagegeschwindigkeit (Montagetaktzeit) verkürzt werden.

Außerdem sind, wie bei der obigen Ausführungsform erläutert, der Bauteile-Abgabebereich S und der Bauteile-Montagebereich M in passender Weise unterteilt, und die Chip-Bauteile 13 werden sodann zwischen dem unterteilten Abgabebereich S und dem unterteilten Montagebereich M aufgenommen/montiert. Infolgedessen können die Ablaufoperationen bezüglich der Aufnahme und Montage der Chip-Bauteile 13 dadurch optimiert werden, daß die Größe bzw. Menge der Aufnahmedüsen 8, die an dem Werkzeugkopf 7 angebracht sind, die Abmessung der Schaltungsplatte 9 und die Sorte/Menge der Chip-Bauteile 13, die zu montieren sind, berücksichtigt werden.

Nunmehr wird ein zweites Bauteile-Montageverfahren erläutert

Fig. 16 veranschaulicht schematisch ein Bauteile-Montageverfahren gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser zweiten Ausführungsform sind bezüglich einer Bauteile-Montagevorrichtung 1 zwei Bauteile-Abgabebereiche "S" auf beiden Seiten eines Bauteile-Montagebereichs "M" angeordnet. Dieser Bauteile-Montagebereich M ist längs der X-Richtung unterteilt, und außerdem werden Chip-Bauteile 13 in einem Bauteile-Abgabebereich S aufgenommen. Danach werden die Chip-Bauteile 13 in dem unterteilten Bauteile-Montagebereich M montiert, und sodann wird der Werkzeugkopf 7 zu einem anderen Bauteile-Abgabebereich S hin überführt, um die Chip-Bauteile 13 aufzunehmen.

Unter einem solchen Umstand können die Ablaufoperationen zur Aufnahme und Montage der Chip-Bauteile optimiert werden. So kann die Montagetaktzeit durch Heranziehen der folgenden Vorgehensweisen verkürzt werden. So wird eine Stelle, an der ein Chip-Bauteil 13 zuerst innerhalb des unterteilten Bauteile-Montagebereichs M montiert wird, auf eine Position festgelegt, die am nächsten zu einem Bauteile-Abgabebereich S liegt. Eine Position, an der das Chip-Bauteil 13 schließlich innerhalb dieses Bauteile-Montagebereichs M montiert wird, wird auf eine solche Position festgelegt, die am nächsten dem anderen Bauteile-Abgabebereich S ist.

Obwohl die Bauteile-Greifeinrichtung durch Unterdruckübernahme bei der oben beschriebenen Bauteile-Montagevorrichtung gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung betätigt wird, sei ferner darauf hingewiesen, daß die vorliegende Erfindung darauf nicht beschränkt ist, sondern beispielsweise auf eine solche Bauteile-Greifeinrichtung angewandt werden kann, bei der die elektronischen Bauteile mittels einer Klemme und dergleichen erfaßt werden.

Es sei ferner darauf hingewiesen, daß die Bauteile-Montageverfahren gemäß den entsprechenden Ausführungsformen sowie die konkreten Formen/Strukturen der Bauteile-Montagevorrichtungen gemäß den betreffenden Ausführungsformen lediglich beispielhaft sind. Diese beispielhaften Ausführungsformen beschränken indessen nicht den technischen Umfang der vorliegenden Erfindung.

Durch die Erfindung ist also eine Bauteile-Montagevorrichtung geschaffen, bei der die sogenannte Montagetaktzeit pro einzelnes elektronisches Bauteil verkürzt ist. Die Bauteile-Montagevorrichtung, in der eine große Anzahl von elektronischen Bauteilen von einem Bauteile-Abgabebereich, in welchem eine Vielzahl von Bauteile-Abgabevorrichtungen mit einer großen Anzahl von darin gespeicherten elektronischen Bauteilen angeordnet ist, zu einem Bauteile-Montagebereich transportiert wird, in welchem eine Schaltungsplatte angeordnet ist, auf der an vorgewählten Montagepositionen elektronische Bauteile angeordnet werden, umfaßt: Bauteile-Greifeinrichtungen zum individuellen Erfassen der elektronischen Bauteile, und einen Werkzeugkopf, an dem eine Vielzahl von Bauteile-Greifeinrichtungen angebracht ist und der zwischen dem Bauteile-Abgabebereich und dem Bauteile-Montagebereich bewegbar vorgesehen ist. Die Bauteile-Greifeinrichtung ist in der Aufwärts- und Abwärtsrichtung in bezug auf den Werkzeugkopf bewegbar getragen und bewegt sich nach oben bzw. nach unten zum Erfassen oder Lösen der elektronischen Bauteile, wenn eine Positionierung in einer vorgewählten Position im Werkzeugkopf erfolgt. Der Werkzeugkopf ist in den Vorwärts- und Rückwärtsrichtungen derart

drehbar vorgesehen, daß er zur Auswahl des Bauteile-Greifers und zur Positionierung des ausgewählten Bauteile-Greifers in eine vorausgewählte Position gedreht wird.

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum Montieren von Bauteilen, bei dem eine große Anzahl von elektronischen Bauteilen (13) von einem Bauteile-Abgabebereich (5), in welchem eine Vielzahl von Bauteile-Abgabevorrichtungen (14) angeordnet ist, in denen die genannte große Anzahl der elektronischen Bauteile (13) gespeichert ist, zu einem Bauteile-Montagebereich (11) hin transportiert wird, in welchem eine Schaltungsplatte (9) mit den darauf montierten elektronischen Bauteilen angeordnet ist, wobei die betreffenden elektronischen Bauteile an einer bestimmten Montageposition auf der Schaltungsplatte montiert werden,
 10 wobei eine Vielzahl der genannten elektronischen Bauteile (13) mittels einer Vielzahl von Greifeinrichtungen (8) in dem genannten Bauteile-Abgabebereich (S) individuell erfaßt werden und wobei nach Transport dieser Greifeinrichtungen (8) in den Bauteile-Montagebereich (M) jedes der betreffenden erfaßten elektronischen Bauteile (13) an einer bestimmten Montageposition des betreffenden Montagebereichs montiert wird.
 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, umfassend die Schritte:
 Unterteilen zumindest eines Bereiches des Bauteile-Abtastbereiches (S) und des Bauteile-Montagebereiches (M).
 20 Montieren der genannten elektronischen Bauteile (13) im gesamten Bereich des Montagebereichs (M) durch Wiederholen eines der Schritte:
 Erfassen der elektronischen Bauteile (13) mittels einer Vielzahl von Greifeinrichtungen (8) in einem der unterteilten Abschnitte des Bauteile-Abgabebereichs (S) und Montieren der betreffenden elektronischen Bauteile (13) in dem Bauteile-Montagebereich (M) und sodann erfolgendes Erfassen der betreffenden elektronischen Bauteile (13) mittels einer Vielzahl der Greifeinrichtungen (8) in einem weiteren unterteilten Abschnitt des genannten Bauteile-Abgabebereichs (S) und Montieren der betreffenden elektronischen Bauteile (13) in dem Bauteile-Montagebereich (M).
 25 Erfassen der elektronischen Bauteile (13) mittels einer Vielzahl der Greifeinrichtungen (8) in dem Bauteile-Abgabebereich (S) und Montieren der betreffenden elektronischen Bauteile (13) in einem der unterteilten Abschnitte des Bauteile-Montagebereichs (M) und sodann wieder erfolgendes Erfassen der betreffenden elektronischen Bauteile (13) mittels einer Vielzahl der Greifeinrichtungen (8) in dem Bauteile-Abgabebereich (S) und Montieren der betreffenden elektronischen Bauteile (13) in einem weiteren unterteilten Abschnitt des Bauteile-Montagebereichs (M),
 30 und Erfassen der genannten elektronischen Bauteile (13) mittels einer Vielzahl der Greifeinrichtungen (8) in einem der unterteilten Abschnitte des Bauteile-Abgabebereichs (S) und Montieren der betreffenden elektronischen Bauteile (13) in einem unterteilten Abschnitt des genannten Bauteile-Montagebereichs (S) und sodann erfolgendes Erfassen der genannten elektronischen Bauteile (13) mittels einer Vielzahl der Greifeinrichtungen (8) in einem weiteren unterteilten Abschnitt des Bauteile-Abgabebereichs (S) und Montieren der genannten elektronischen Bauteile (13) in einem weiteren unterteilten Abschnitt des Bauteile-Montagebereichs (M),
 35 3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Bauteile-Abgabebereich (S) in zwei Gruppen von unterteilten Abschnitten unterteilt ist, die zu beiden Seiten des Bauteile-Montagebereichs (M) in einer Richtung angeordnet sind, welche identisch ist zu einer Richtung, längs der die unterteilten Abschnitte des Bauteile-Montagebereichs (M) angeordnet sind,
 40 und wobei der Schritt des Erfassens der genannten elektronischen Bauteile (13) in einem der unterteilten Abschnitte des Bauteile-Abgabebereichs (S) und des Montierens der genannten elektronischen Bauteile (13) in einem unterteilten Abschnitt des Bauteile-Montagebereichs (M) und des sodann erfolgenden Erfassens der genannten elektronischen Bauteile (13) in einem weiteren unterteilten Abschnitt des Bauteile-Abgabebereichs (S) und des Montierens der genannten elektronischen Bauteile (13) in einem weiteren unterteilten Abschnitt des Bauteile-Montagebereichs (M) ferner folgende Schritte umfaßt:
 45 individuelles Erfassen einer Vielzahl der genannten elektronischen Bauteile (13) in einem der unterteilten Abschnitte des Bauteile-Abgabebereichs (S) mittels einer Vielzahl der Bauteile-Greifeinrichtungen (8), Transportieren einer Vielzahl der genannten Bauteile-Greifeinrichtungen (8) in einen der genannten unterteilten Abschnitte des Bauteile-Montagebereichs (M),
 50 Montieren des jeweiligen elektronischen Bauteiles (13) in einer bestimmten Montageposition, Transportieren einer Vielzahl der genannten Bauteile-Greifeinrichtungen (8) in weitere unterteilte Abschnitte des Bauteile-Abgabebereiches (S),
 55 erneutes Erfassen einer Vielzahl der genannten elektronischen Bauteile (13) in den genannten weiteren unterteilten Abschnitten des Bauteile-Abgabebereiches (S) mittels einer Vielzahl der Bauteile-Greifeinrichtungen (8),
 60 Transportieren einer Vielzahl der genannten Bauteile-Greifeinrichtungen (8) zu weiteren unterteilten Abschnitten des Bauteile-Montagebereiches (M),
 65 Montieren jedes der genannten elektronischen Bauteile (13) an einer bestimmten Montageposition, Wiederholen der obigen Schritte, bis die genannten elektronischen Bauteile (13) im gesamten Bereich des Montagebereichs (M) montiert sind.
 4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die genannten elektronischen Bauteile (13) von einer solchen bestimmten Montageposition aus montiert werden, die der Bauteile-Abgabevorrichtung (14) am nächsten ist, wobei das vorangehende letzte Erfassen der genannten elektronischen Bauteile (13) durch die Bauteile-Greifein-

richtung (8) unter den genannten Bauteile-Abgabevorrichtungen (14) in den unterteilten Abschnitten des Bauteile-Abgabebereichs (S) vorgenommen worden ist.

5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die elektronischen Bauteile (13) von einer solchen bestimmten Montageposition aus montiert werden, die der Bauteile-Abgabevorrichtung am nächsten ist, wo das vorangegehende letzte Erfassen der elektronischen Bauteile (13) durch die Bauteile-Greifeinrichtung (8) unter den Bauteile-Abgabevorrichtungen (14) in den unterteilten Abschnitten des Bauteile-Abgabebereiches (S) durchgeführt worden ist.

6. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die elektronischen Bauteile (13) in dem Bauteile-Montagebereich (M) in einer solchen bestimmten Montageposition montiert werden, die einer derartigen Bauteile-Abgabevorrichtung (14) am nächsten liegt, wo das nächste erste Erfassen des elektronischen Bauteiles (13) in dem Bauteile-Abgabebereich (S) auszuführen ist, zu dem die genannten Bauteile-Greifeinrichtungen (8) anschließend zu transportieren sind, wobei die betreffende Position als letzte bestimmte Montageposition innerhalb des Bauteile-Montagebereichs (M) unter den bestimmten Montagepositionen in dem Bauteile-Montagebereich (M) bestimmt ist.

7. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die genannten elektronischen Bauteile (13) in dem Bauteile-Montagebereich (M) in einer bestimmten Montageposition montiert werden, die einer solchen Bauteile-Abgabevorrichtung (14) am nächsten liegt, wo das nächste erste Erfassen des genannten elektronischen Bauteiles (13) in dem Bauteile-Abgabebereich (S) vorzunehmen ist, zu dem die Bauteile-Greifeinrichtungen (8) anschließend zu transportieren sind, wobei die betreffende Position als eine letzte bestimmte Montageposition innerhalb des Bauteile-Montagebereiches (M) unter den genannten bestimmten Montagepositionen in dem Bauteile-Montagebereich (M) bestimmt ist.

8. Verfahren nach Anspruch 4, wobei die genannten elektronischen Bauteile (13) in dem Bauteile-Montagebereich (M) an einer bestimmten Montagestelle montiert werden, die einer solchen Bauteile-Abgabevorrichtung (14) am nächsten liegt, wo das nächste erste Erfassen des genannten elektronischen Bauteiles (13) in dem Bauteile-Abgabebereich (S) vorzunehmen ist, zu dem die Bauteile-Greifeinrichtungen (8) anschließend zu transportieren sind, wobei die betreffende Position als eine letzte bestimmte Montageposition innerhalb des Bauteile-Montagebereichs (M) unter den genannten bestimmten Montagepositionen in dem Bauteile-Montagebereich (M) bestimmt ist.

9. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die genannten elektronischen Bauteile (13) in dem Bauteile-Montagebereich (M) an einer bestimmten Montagestelle montiert werden, die einer solchen Bauteile-Abgabevorrichtung (14) am nächsten liegt, wo das nächste erste Erfassen des genannten elektronischen Bauteiles (13) in den Bauteile-Abgabebereich (S) durchzuführen ist, zu dem die Bauteile-Greifeinrichtungen (8) anschließend zu transportieren sind, wobei die betreffende Position als eine letzte bestimmte Montageposition innerhalb des Bauteile-Montagebereichs (M) unter den genannten bestimmten Montagepositionen in dem Bauteile-Montagebereich (M) bestimmt ist.

10. Vorrichtung zum Montieren von Bauteilen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der eine große Anzahl von elektronischen Bauteilen von einem Bauteile-Abgabebereich, in welchem eine Vielzahl von Bauteile-Abgabevorrichtungen angeordnet ist, in denen die genannte große Anzahl der elektronischen Bauteile gespeichert ist, zu einem Bauteile-Montagebereich hin transportiert wird, in welchem eine Schaltungsplatte angeordnet ist, auf der die elektronischen Bauteile an vorgewählten Montagestellen montiert werden, umfassend:

Bauteile-Greifeinrichtungen (8) zum individuellen Erfassen der genannten elektronischen Bauteile (13) und einen Werkzeugkopf (7), an dem eine Vielzahl der Bauteile-Greifeinrichtungen (8) angebracht ist und der zwischen dem Bauteile-Abgabebereich (S) und dem Bauteile-Montagebereich (M) bewegbar vorgesehen ist,

wobei die genannten Bauteile-Greifeinrichtungen (8) in der Aufwärts- und Abwärtsrichtung bezogen auf den Werkzeugkopf (7) bewegbar getragen sind und eine Aufwärts- und Abwärtsbewegung zum Erfassen und Freigeben der elektronischen Bauteile (13) dann erfolgt, wenn eine Einstellung in einer vorgewählten Position in dem Werkzeugkopf (7) vorliegt, und wobei der Werkzeugkopf (7) in Vorwärts- und Rückwärtsrichtungen derart drehbar vorgesehen ist, daß er zur Auswahl der Bauteile-Greifeinrichtung (8) und zur Positionierung der ausgewählten Bauteile-Greifeinrichtung (8) in eine vorgewählte Position gedreht wird.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei die genannten elektronischen Bauteile (13) elektronische Bauteile vom Chip-Typ sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Bauteile-Greifeinrichtung (8) eine Aufnahmedüse (8) ist, die ein elektronisches Bauteil (13) durch Ausnutzen eines Unterdrucks aufnimmt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Bauteile-Greifeinrichtung (8) eine Aufnahmedüse (8) ist, die ein elektronisches Bauteil (13) durch Ausnutzen eines Unterdrucks aufnimmt.

FIG. 1

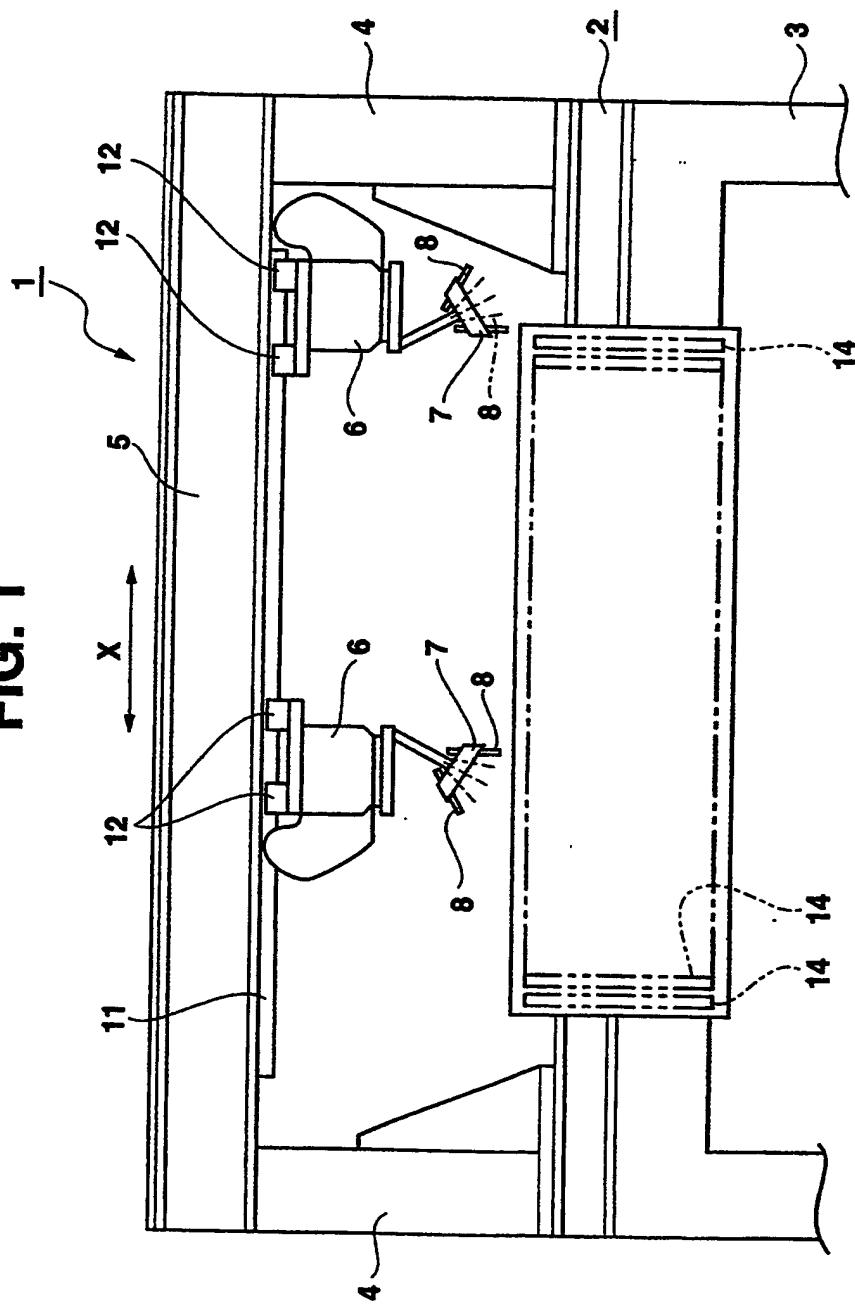


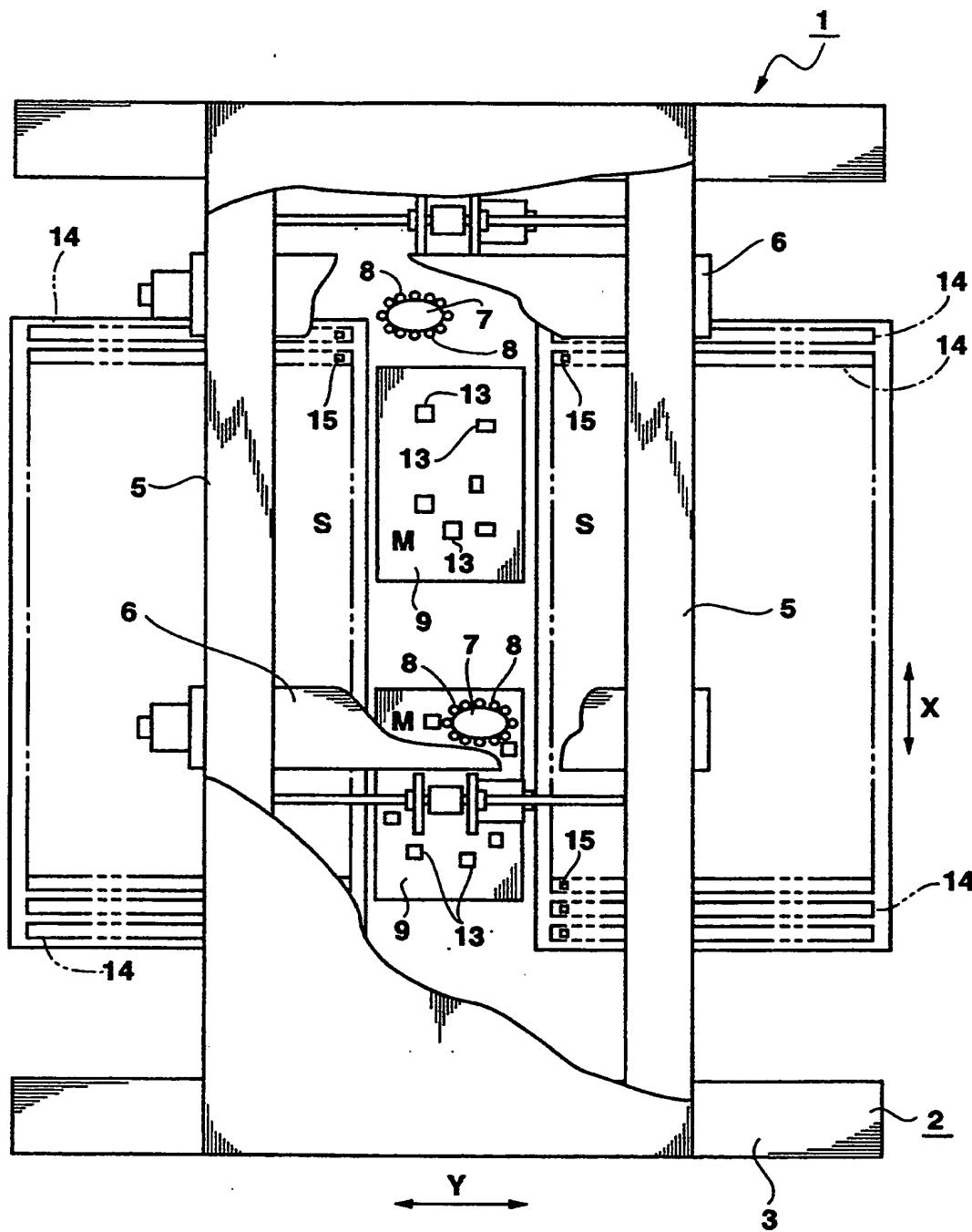
FIG. 2

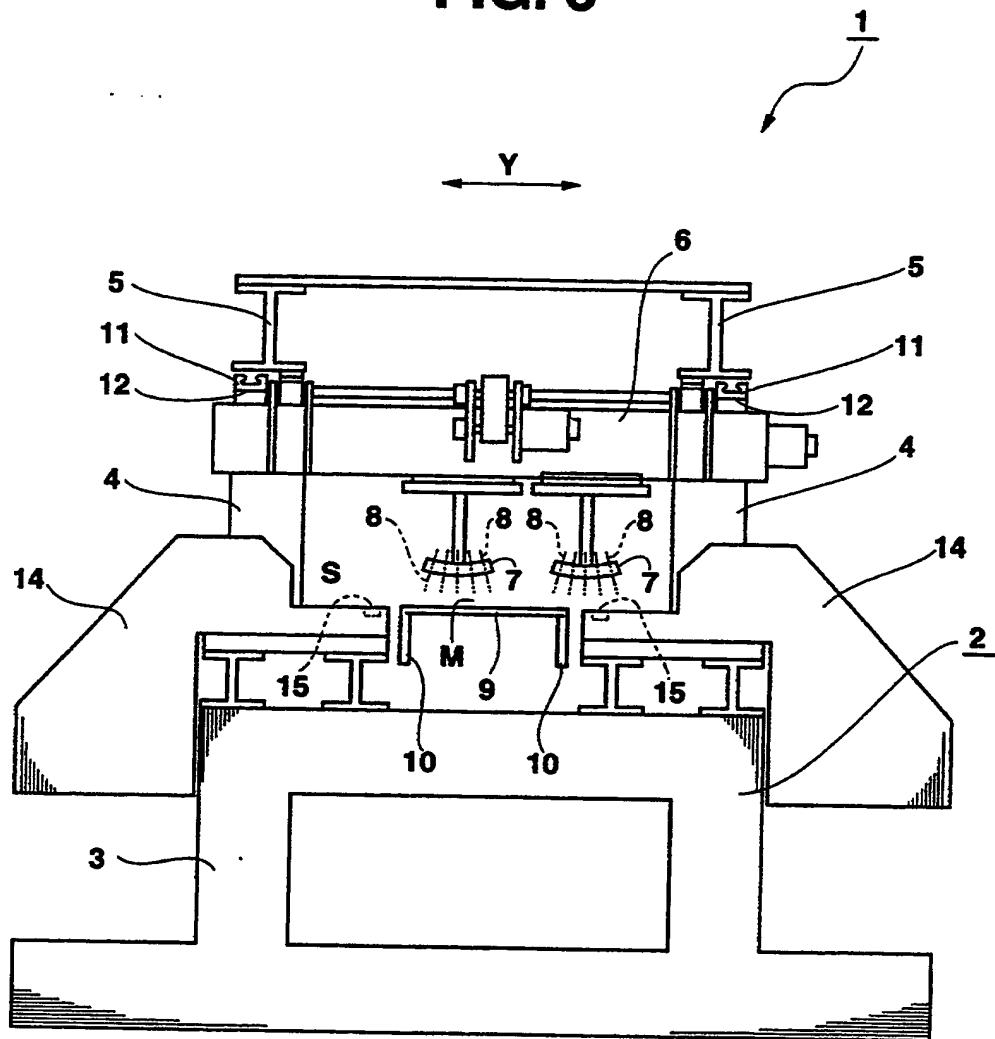
FIG. 3

FIG. 4

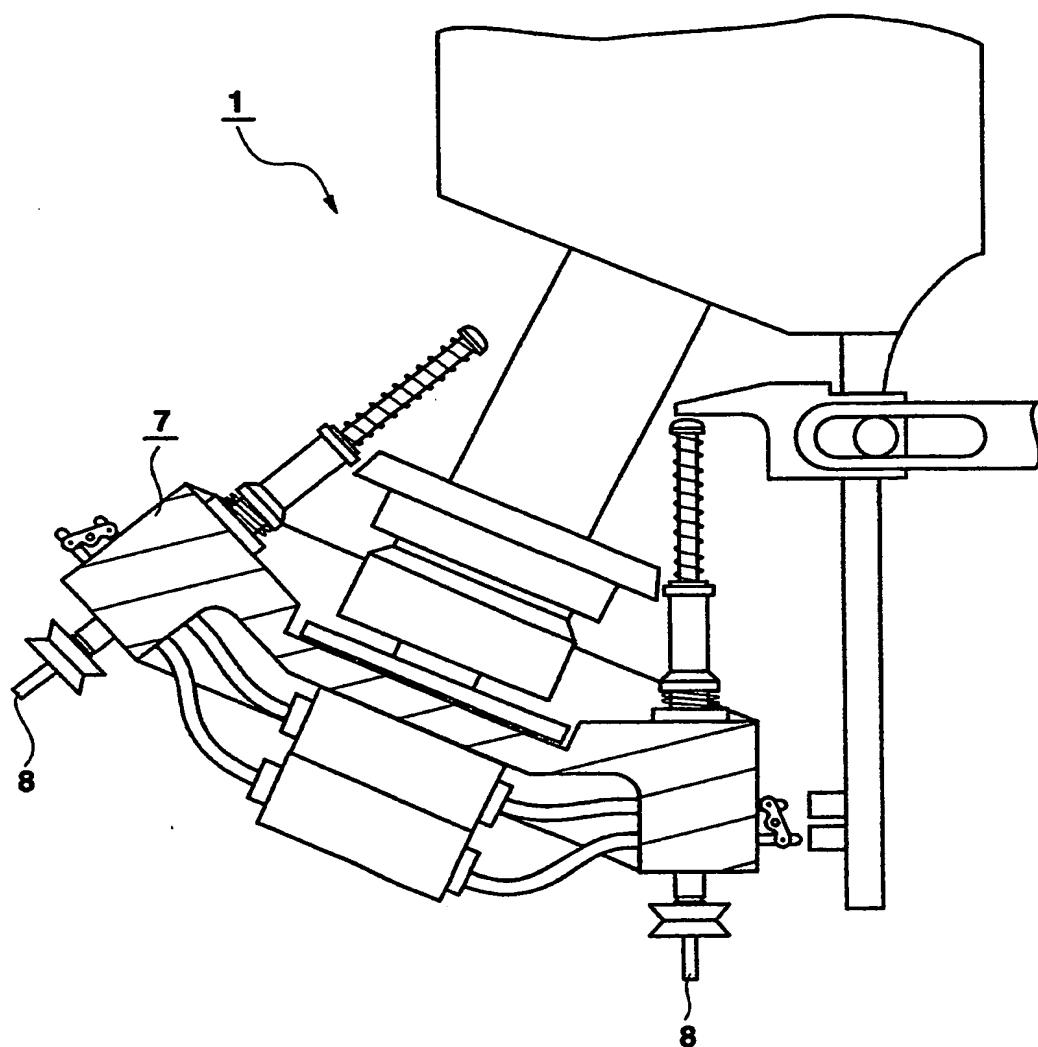


FIG. 5

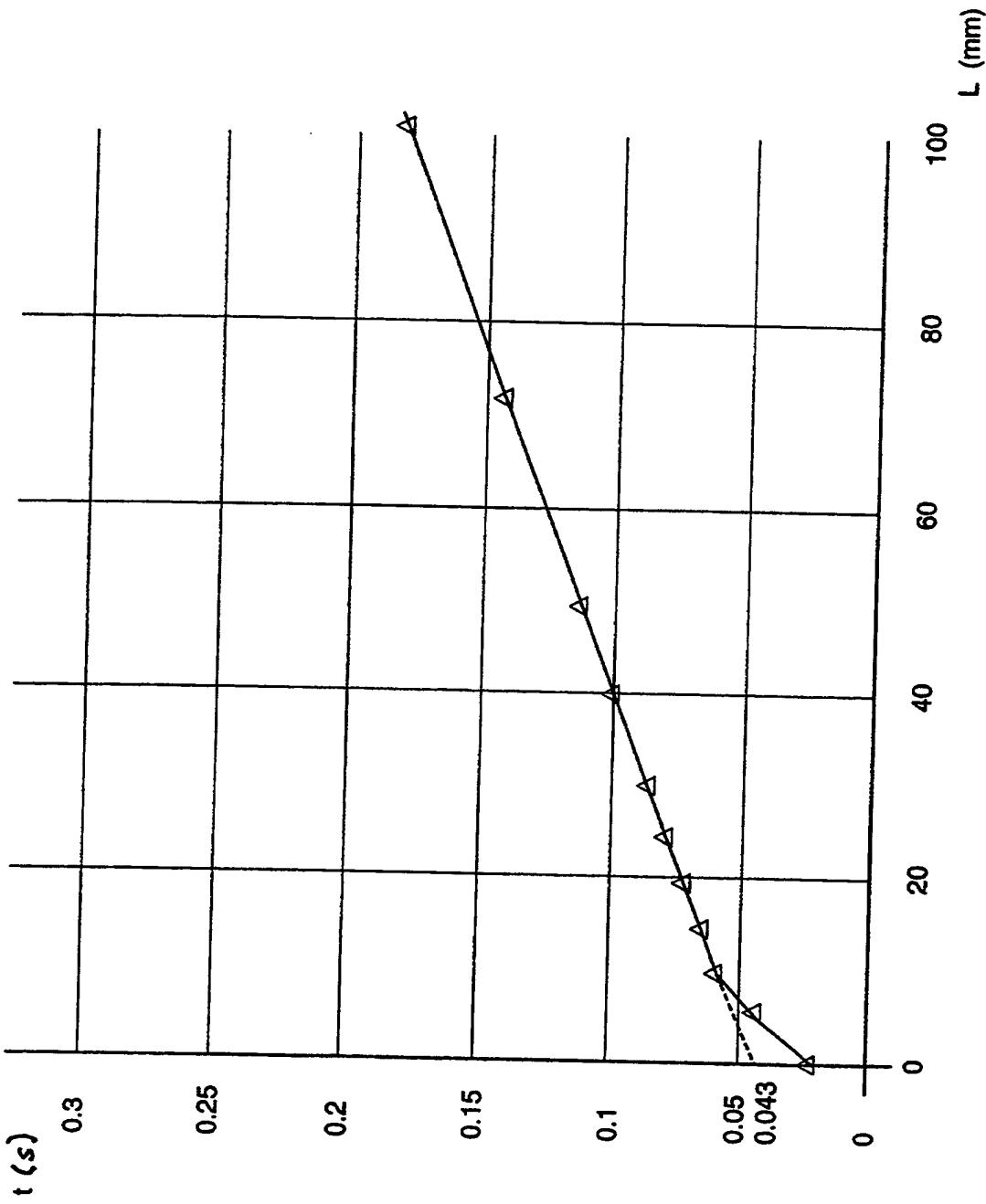


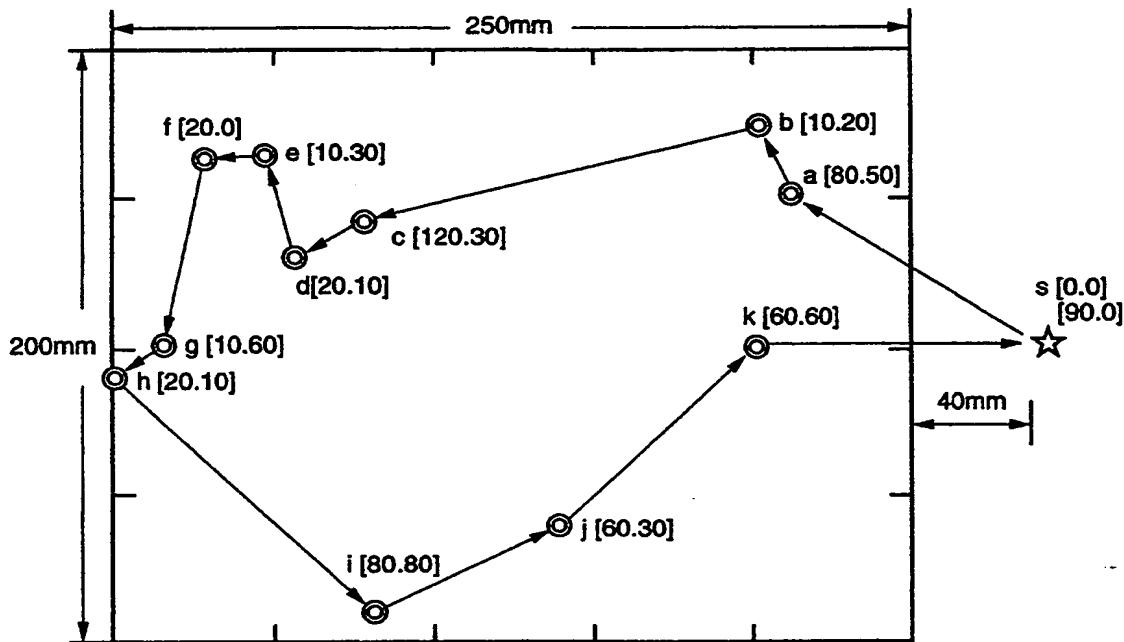
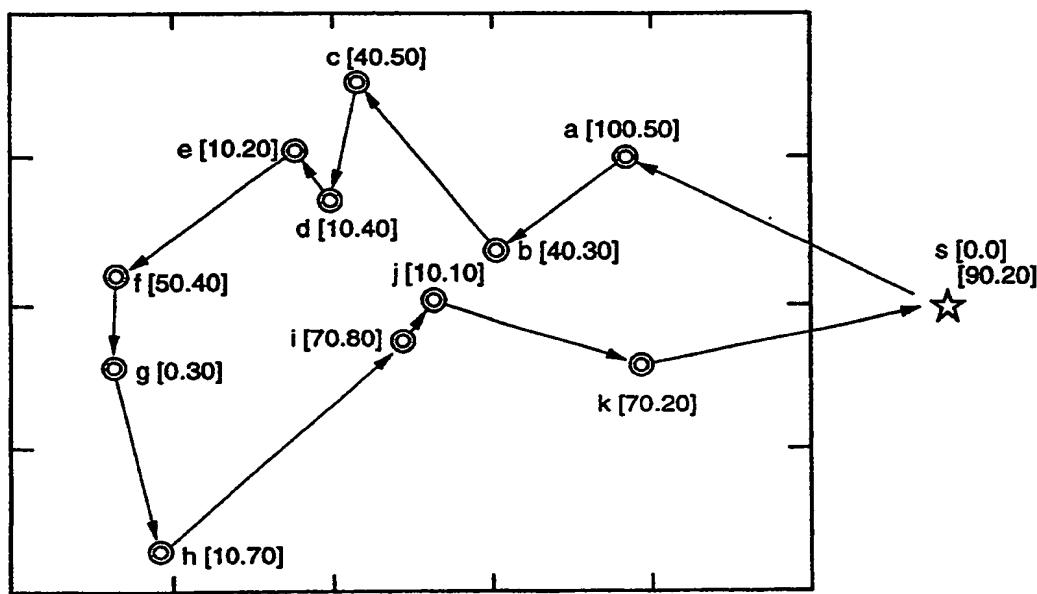
FIG. 6**FIG. 7**

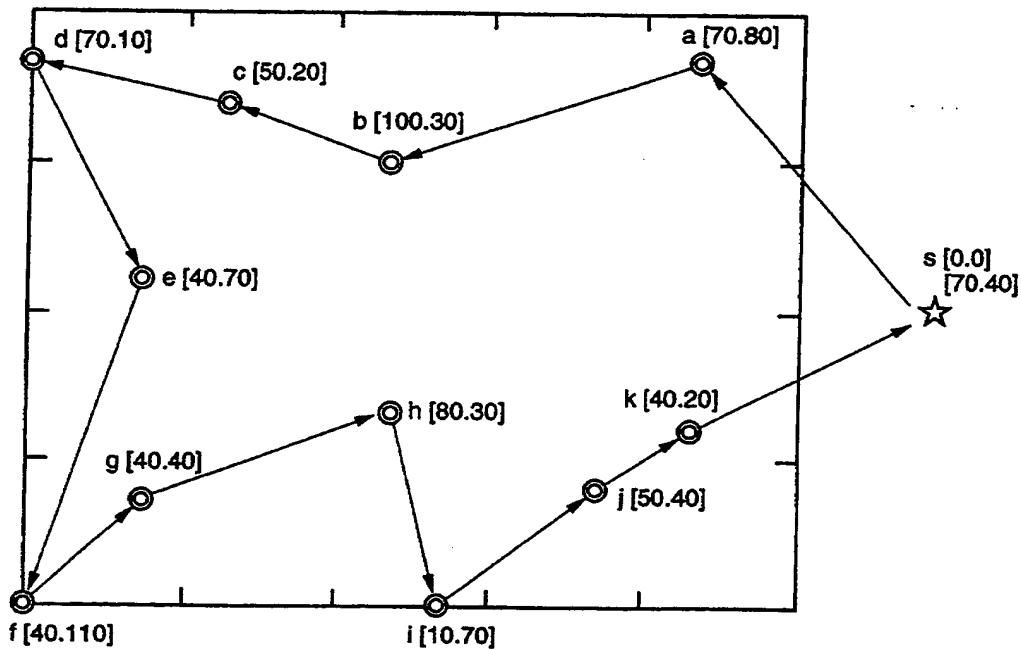
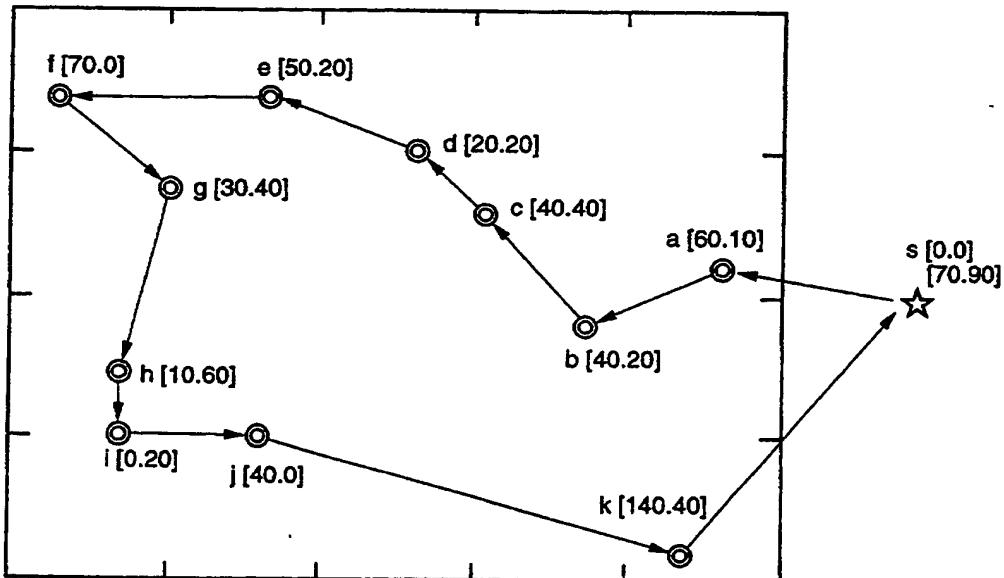
FIG. 8**FIG. 9**

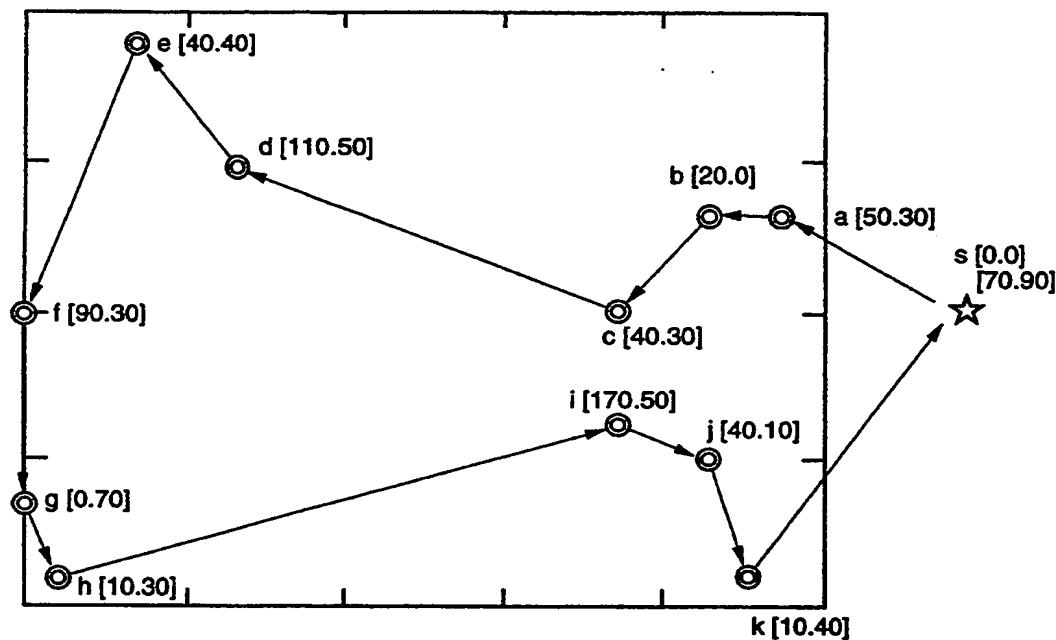
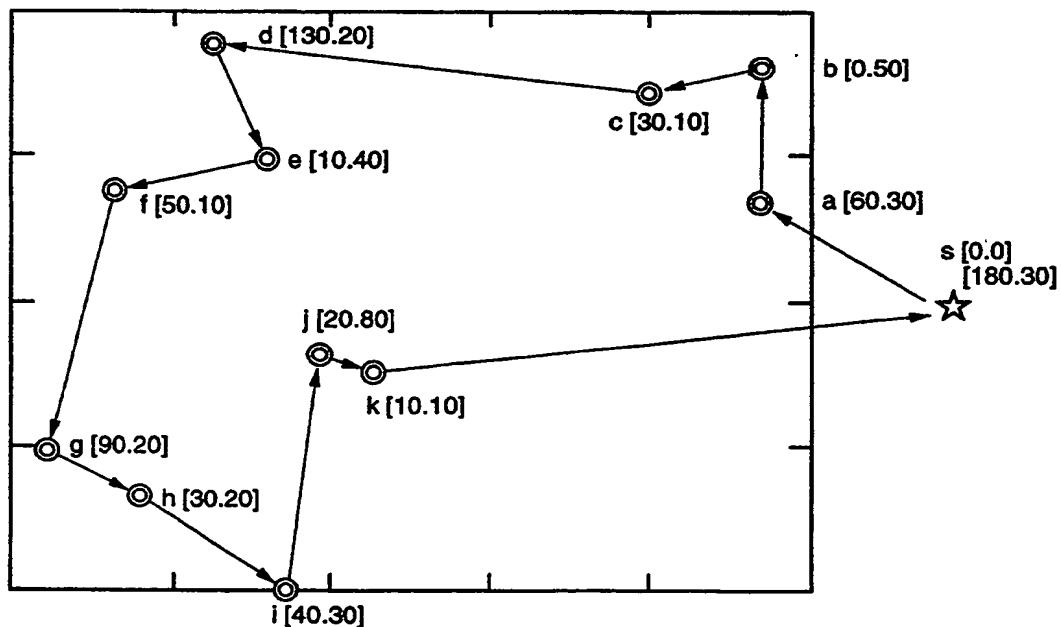
FIG. 10**FIG. 11**

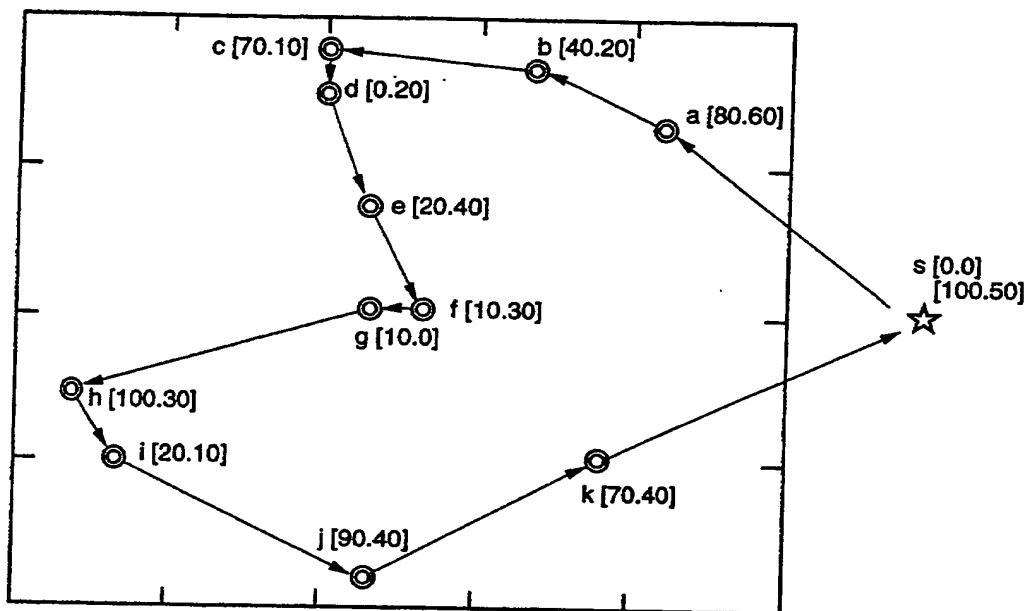
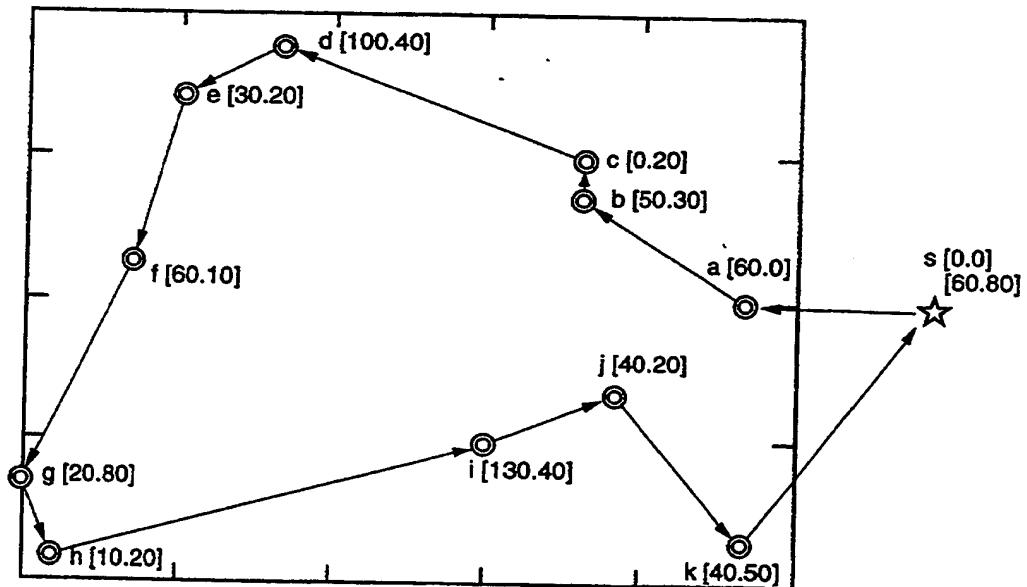
FIG. 12**FIG. 13**

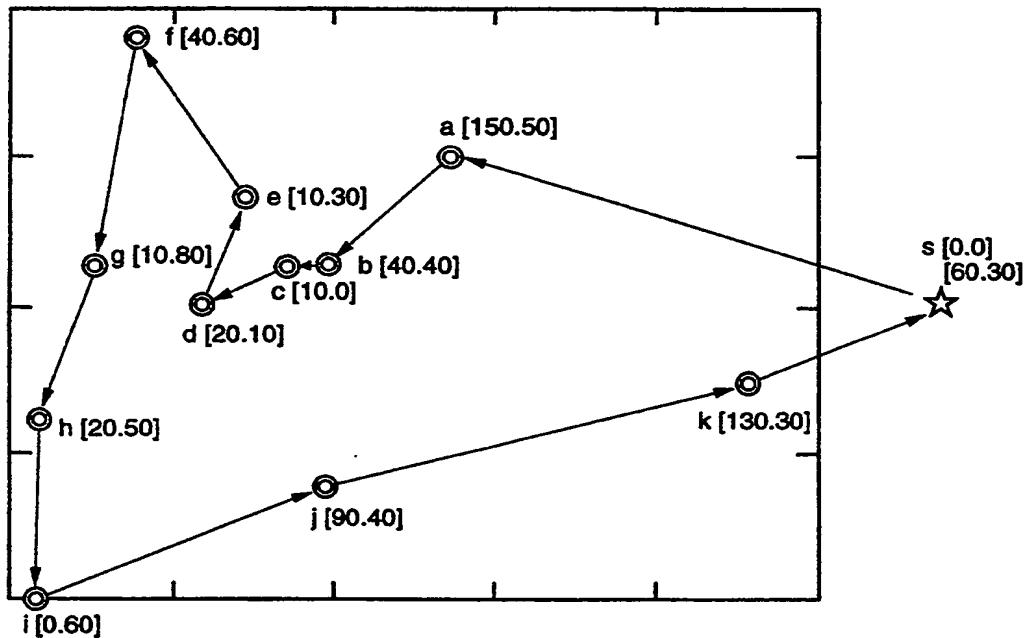
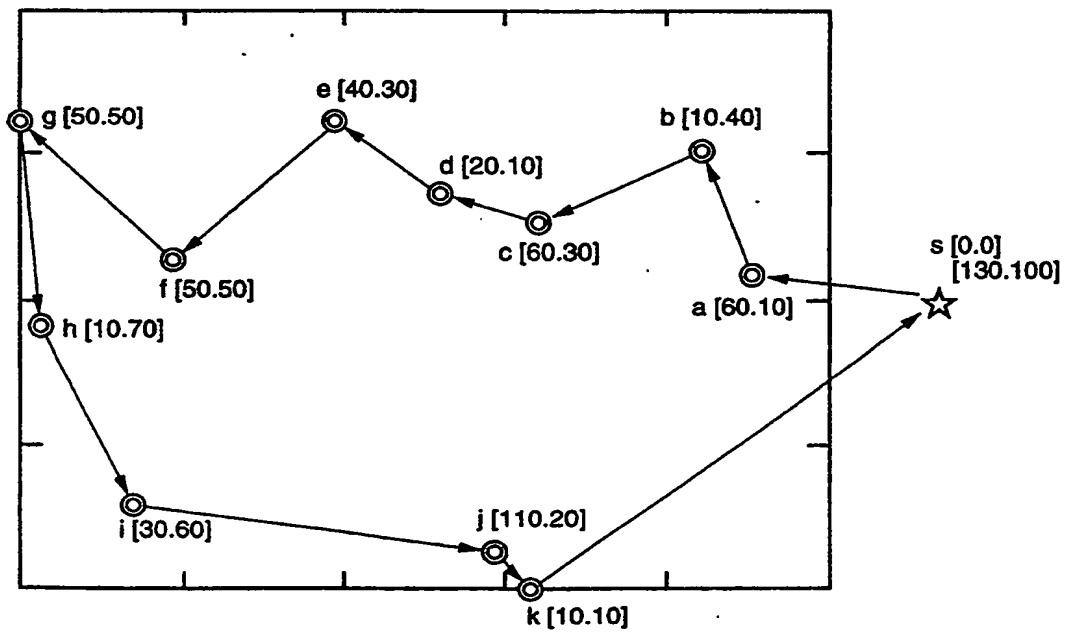
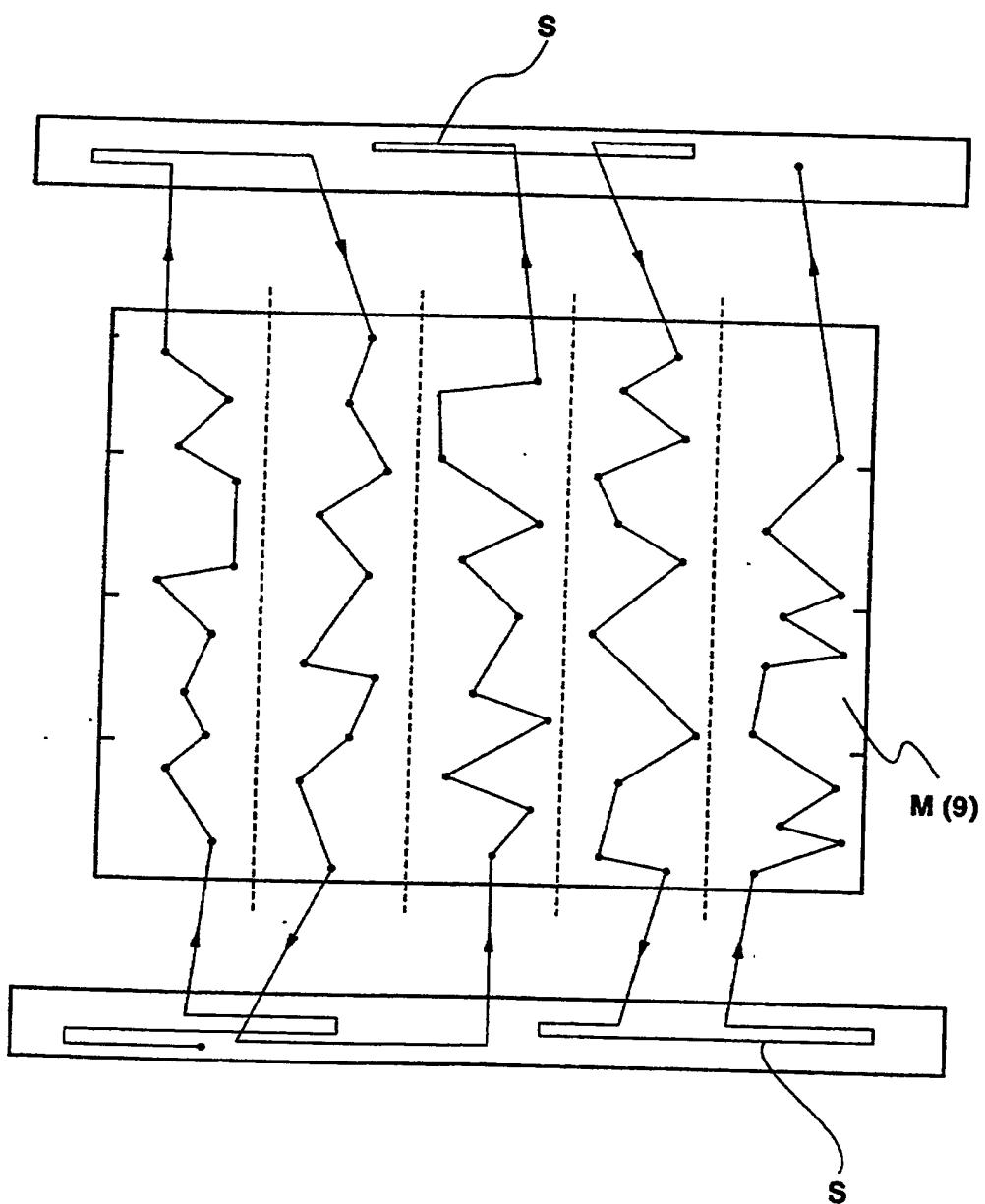
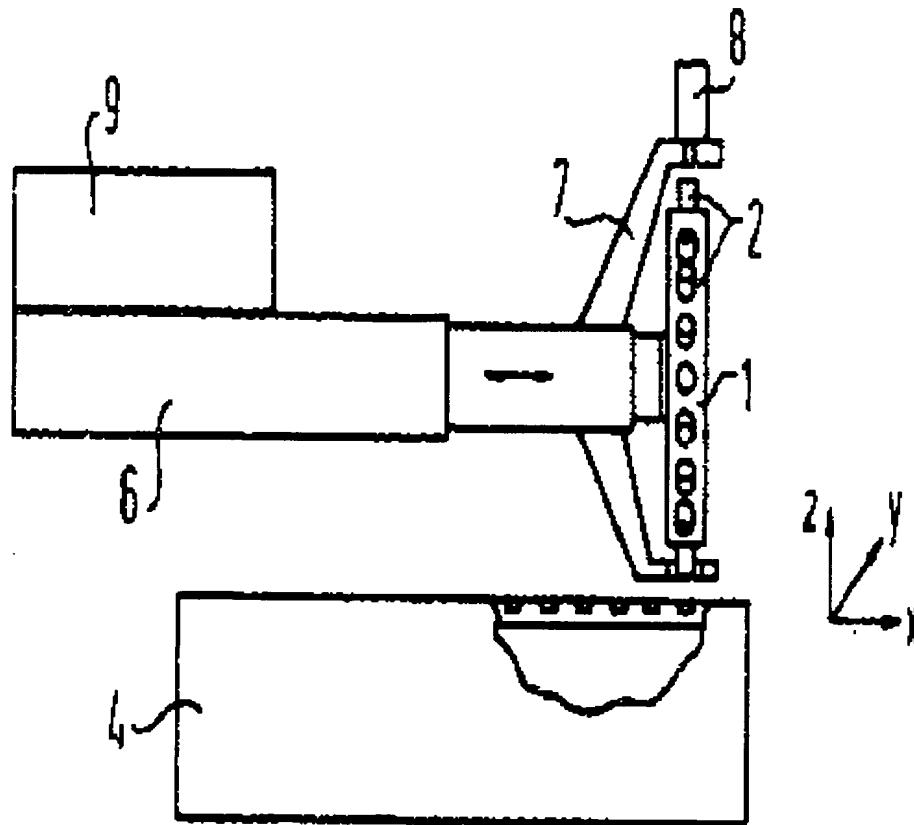
FIG. 14**FIG. 15**

FIG. 16



AN: PAT 1989-146362
TI: Component mounting apparatus for printed circuit boards
uses rotary suction heads, inside frames carrying tools, moved
between component supply and application positions
PN: EP315799-A
PD: 17.05.1989
AB: For automatically mounting electronic components on a
printed circuit board, a rotating head (1) with radial suction
tubes (2) is guided from component magazines (4) to the
application point. The head is supported inside a frame (7)
carrying tools (8) at different working positions around it,
enabling the components to be attached after positioning. The
supports (6,9) for the frame and head enable them to be moved
along X and Y directions. Two heads can be supported by a
common member (9). Operations are carried out on the components
by the tools as they are being conveyed to the application
point. The components can be coded for recognition.; Fast
action including position testing.
PA: (SIEI) SIEMENS AG;
IN: HAAN F; HOCK L; MAAN F;
FA: EP315799-A 17.05.1989; DE3870811-G 11.06.1992;
EP315799-B 06.05.1992; US4875285-A 24.10.1989;
CO: AT; CH; DE; EP; FR; GB; IT; LI; SE; US;
DR: AT; CH; DE; FR; GB; IT; LI; SE;
IC: B23P-019/00; H05K-003/30; H05K-013/04;
MC: V04-R04B; V04-V01;
DC: P56; V04;
FN: 1989146362.gif
PR: DE3738152 10.11.1987;
FP: 17.05.1989
UP: 11.06.1992



THIS PAGE BLANK (USPTO)

AN: PAT 1997-343335

TI: Automatic assembly device for equipping electronic components on to printed circuit board has XY coordinate gripper used to transfer components from a magazine

PN: DE19654172-A1

PD: 03.07.1997

AB: The machine has a gantry type frame [1] that supports pneumatic suction head [8] grippers used to extract electronic chip components from carrier slots [14] in magazine units. The gripper heads are supported on compound slides [11, 12] that permit movement in the X and Y directions. Printed circuit boards may be fed along the centre of the machine to loading positions and chips selected from assigned magazine locations can be automatically mounted.; Assembly of printed circuit boards (PCBs) Improved assembly process

PA: (SONY) SONY CORP;

IN: KIMURA A; KUMURA A;

FA: DE19654172-A1 03.07.1997; KR444562-B 16.11.2004;
JP09181489-A 11.07.1997; US5862586-A 26.01.1999;
TW345520-A 21.11.1998; SG72717-A1 23.05.2000;
JP3196626-B2 06.08.2001; JP2001223498-A 17.08.2001;
CN1161896-A 15.10.1997; JP3494153-B2 03.02.2004;
CN1080162-C 06.03.2002;

CO: CN; DE; JP; KR; SG; TW; US;

IC: B23P-019/00; B23P-019/04; B23P-021/00; H05K-003/30;
H05K-013/02; H05K-013/04; H05K-013/08;

MC: V04-R04F; V04-R04G;

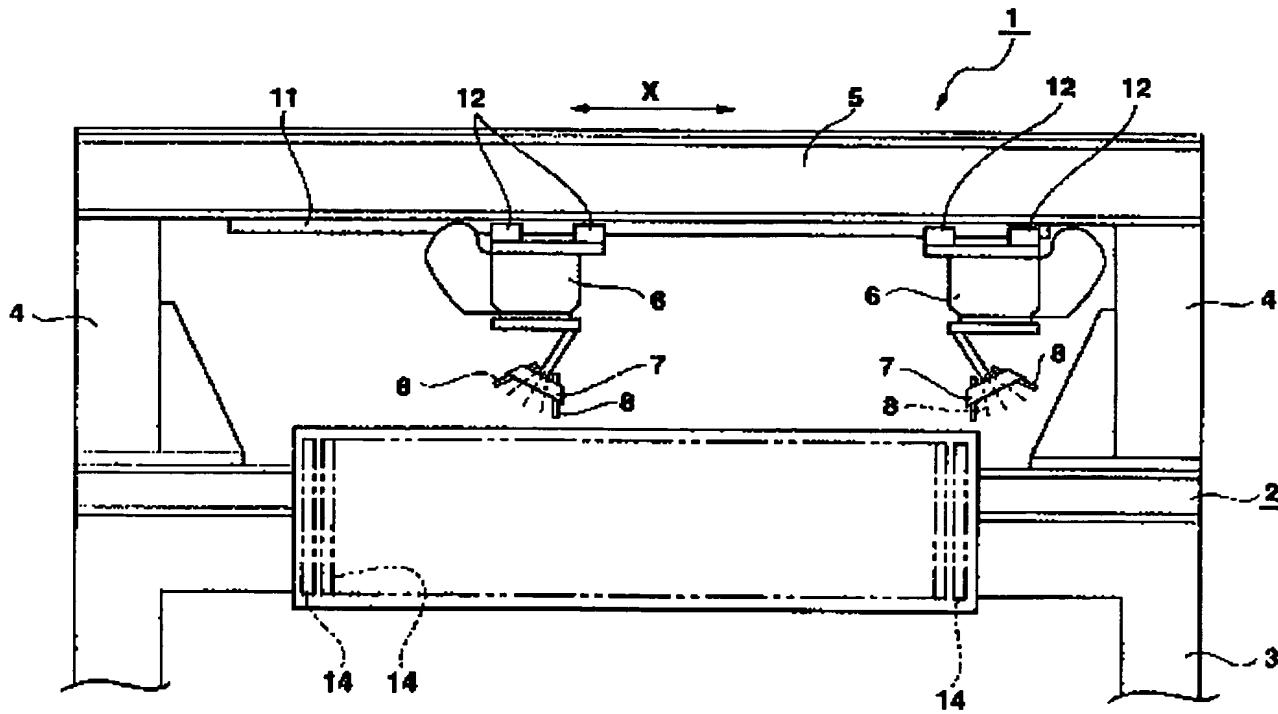
DC: P56; V04;

FN: 1997343335.gif

PR: JP0050180 26.12.1995; JP0351389 26.12.1995;

FP: 03.07.1997

UP: 21.03.2005



THIS PAGE BLANK (USPTO)